

OBERSCHENKELFRAKTUREN, OFFENE FRAKTUREN UND  
PATHOLOGISCHE FRAKTUREN INFOLGE VON  
KNOCHENCYSTEN IM KINDESALTER -  
IHRE BEHANDLUNG, IHR EINFLUSS AUF DAS  
WEITERE LÄNGENWACHSTUM UND DIE ERGEBNISSE  
IHRER BEHANDLUNG

DAGMAR VOGL

1985

*Diss  
München*



Aus der Kinderchirurgischen Klinik  
der Universitäts-Kinderklinik  
(Direktor: Prof. Dr. med. W.Ch. Hecker)

Oberschenkelfrakturen, offene Frakturen und  
pathologische Frakturen infolge von Knochen-  
cysten im Kindesalter - ihre Behandlung, ihr  
Einfluß auf das weitere Längenwachstum und  
die Ergebnisse ihrer Behandlung

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde in der  
gesamten Medizin  
an der LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT  
zu München

vorgelegt von

DAGMAR VOGL

aus

M ü n c h e n

1985

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin  
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. A.M. Holschneider

Mitberichterstatter: Prof. Dr. W.Ch. Hecker

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 5.12.85

Meinen Eltern

in Dankbarkeit

| Gliederung                                                                    | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. Einleitung                                                                 | 1     |
| 2. Allgemeiner Teil                                                           | 2     |
| 2.1. Besonderheiten des kindlichen Skeletts                                   |       |
| 2.1.1. Frakturarten                                                           |       |
| 2.1.2. Frakturheilung                                                         | 3     |
| 2.1.2.1. Beim Erwachsenen                                                     |       |
| 2.1.2.2. Beim Kind                                                            | 4     |
| 2.1.3. Funktionelle Anpassung des Knochens nach der Fraktur                   | 5     |
| 2.1.3.1. Beim Erwachsenen                                                     |       |
| 2.1.3.2. Beim Kind                                                            | 6     |
| 2.1.4. Bedeutung der Epiphysenfuge                                            | 10    |
| 2.1.4.1. Bau und Funktion                                                     |       |
| 2.1.4.2. Verletzungen der Epiphysenfuge                                       | 12    |
| 2.1.4.3. Stimulation des Wachstums                                            | 13    |
| 2.1.4.4. Vorzeitiger Schluß der Epiphysenfuge                                 | 15    |
| 2.2. Besonderheiten der Frakturenbehandlung im Kindesalter                    | 16    |
| 2.2.1. Allgemeine Grundsätze                                                  |       |
| 2.2.2. Allgemeine Indikationen zur operativen Versorgung kindlicher Frakturen | 17    |
| 2.3. Längendifferenzen am wachsenden Knochen                                  | 18    |
| 2.3.1. Idiopathische Beinlängendifferenzen                                    |       |
| 2.3.2. Bedeutung von Beinlängendifferenzen für das kindliche Skelett          | 21    |
| 2.3.3. Therapie von Beinlängendifferenzen nach BERNBECK                       | 24    |
| 2.3.4. Verfahren zur Korrektur von Bld.                                       | 25    |
| 2.3.4.1. Konservativ                                                          |       |
| 2.3.4.2. Temporäre Epiphyseodese nach BLOUNT                                  |       |
| 2.3.4.3. Epiphyseodese nach PHEMISTER                                         | 26    |
| 2.3.4.4. Verlängerungsosteotomie                                              | 27    |
| 2.3.4.5. Verkürzungsosteotomie                                                |       |
| 3. Spezieller Teil                                                            | 29    |
| 3.1. Untersuchungsmethoden                                                    |       |
| 3.1.1. Klinische Untersuchung                                                 |       |
| 3.1.2. Radiologische Untersuchung                                             | 33    |
| 3.2. Frakturen im Oberschenkelbereich                                         | 34    |
| 3.2.1. Krankengut                                                             |       |
| 3.2.2. Nachuntersuchtes Krankengut                                            | 36    |
| 3.3. Frakturen im proximalen Femurbereich                                     | 38    |
| 3.3.1. Frakturarten und Frakturursachen                                       |       |
| 3.3.2. Behandlungsmethoden, Frühkomplikationen und Spätergebnisse             | 39    |
| 3.3.2.1. Epiphyseolysis capitis femoris                                       |       |
| 3.3.2.2. Laterale Schenkelhalsfraktur                                         |       |
| 3.3.2.3. Pertrochantere Fraktur                                               | 40    |
| 3.3.2.4. Subtrochantere Fraktur                                               | 41    |
| 3.3.3. Zusammenfassung                                                        | 42    |

|                                                                    | Seite |
|--------------------------------------------------------------------|-------|
| 3.4. Femurschaftfrakturen                                          | 43    |
| 3.4.1. Frakturursachen                                             |       |
| 3.4.2. Art und Lokalisation der Frakturen                          | 46    |
| 3.4.3. Behandlung und Frühkomplikationen                           | 52    |
| 3.4.3.1. Konservative Behandlung                                   | 54    |
| 3.4.3.1.1. Beckenbeingips                                          | 56    |
| 3.4.3.1.2. Heftpflasterextension                                   | 57    |
| 3.4.3.1.3. Drahtextension                                          | 60    |
| 3.4.3.2. Operative Verfahren                                       | 63    |
| 3.4.3.2.1. Marknagelung                                            | 64    |
| 3.4.3.2.2. Plattenosteosynthese                                    | 70    |
| 3.4.3.3. Anwendung von Feldtherapie                                | 79    |
| 3.4.3.4. Zusammenfassung                                           |       |
| 3.4.4. Spätergebnisse                                              | 81    |
| 3.4.4.1. Subjektive Beschwerden                                    |       |
| 3.4.4.2. Gangstörungen                                             | 83    |
| 3.4.4.3. Neurologische Ausfälle                                    | 84    |
| 3.4.4.4. Hautbeschaffenheit                                        |       |
| 3.4.4.5. Prüfung der Gelenkfunktionen                              | 85    |
| 3.4.4.6. Dislocatio ad peripheriam                                 | 86    |
| 3.4.4.7. Varus/Valgusfehlstellung                                  |       |
| 3.4.4.8. Beinlängendifferenzen                                     | 88    |
| 3.4.4.8.1. Zusammenhang mit Alter der Patienten                    | 89    |
| 3.4.4.8.2. Bld nach konservativer Behandlung                       | 91    |
| 3.4.4.8.3. Bld nach operativer Behandlung                          | 97    |
| 3.4.4.8.4. Verlauf von Beinlängendifferenzen                       | 104   |
| 3.4.4.8.5. Längenveränderungen am Unterschenkel                    | 108   |
| 3.4.4.8.6. Längenveränderungen nach Anwendung<br>von Feldtherapie  |       |
| 3.4.4.8.7. Zusammenfassung der Ergebnisse der<br>Beinlängenmessung |       |
| 3.5. Frakturen im distalen Oberschenkelbereich                     | 112   |
| 3.5.1. Frakturarten und Frakturursachen                            |       |
| 3.5.2. Behandlung und Frühkomplikationen                           |       |
| 3.5.3. Spätergebnisse                                              | 114   |
| 3.5.3.1. Supracondyläre Femurfrakturen                             |       |
| 3.5.3.2. Intercondyläre Femurfrakturen                             | 116   |
| 3.6. Zusammenfassung der Ergebnisse der<br>Oberschenkelfrakturen   | 118   |
| 3.7. Pathologische Frakturen infolge benignen<br>Knochentumoren    | 122   |
| 3.7.1. Kasuistik                                                   |       |
| 3.7.1.1. Oberschenkelbereich                                       |       |
| 3.7.1.2. Oberarmbereich                                            | 124   |
| 3.7.2. Juvenile Knochencyste                                       | 127   |
| 3.7.2.1. Allgemeines und Problematik                               |       |
| 3.7.2.2. Krankengut                                                | 128   |
| 3.7.2.3. Behandlung                                                |       |
| 3.7.2.4. Frühkomplikationen und Rezidive                           | 129   |
| 3.7.2.5. Spätergebnisse                                            |       |

|                                                                                                                          | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 3.7.3. Andere benigne Knochentumoren                                                                                     | 131   |
| 3.7.3.1. Aneurysmatische Knochencyste                                                                                    |       |
| 3.7.3.2. Benignes Osteoblastom                                                                                           |       |
| 3.7.4. Zusammenfassung                                                                                                   | 132   |
| 3.8. Behandlung offener Frakturen                                                                                        | 133   |
| 3.8.1. Klassifizierung                                                                                                   |       |
| 3.8.2. Eigenes Krankengut                                                                                                |       |
| 3.8.3. Kasuistik und Darstellung der Behandlung                                                                          | 134   |
| 3.8.3.1. Offene Frakturen I. und II. Grades                                                                              |       |
| 3.8.3.2. Offene Frakturen III. Grades                                                                                    | 137   |
| 3.8.4. Zusammenfassung                                                                                                   | 139   |
| 3.9. Anwendung elektromagnetischer Feldtherapie                                                                          | 141   |
| 4. Vergleich der Ergebnisse der Oberschenkel-<br>frakturen mit einer Arbeit über den Zeit-<br>raum 1970 - 1974 von PLÖTZ | 146   |
| 5. Diskussion                                                                                                            | 156   |
| 5.1. Frakturen im proximalen Femurbereich                                                                                |       |
| 5.2. Femurschaftfrakturen                                                                                                | 158   |
| 5.3. Frakturen im distalen Femurbereich                                                                                  | 161   |
| 5.4. Ergebnisse der Beinlängenmessung                                                                                    | 164   |
| 6. Zusammenfassung                                                                                                       | 169   |
| 6.1. Oberschenkelfrakturen                                                                                               |       |
| 6.2. Pathologische Frakturen infolge Knochen-<br>cysten                                                                  | 172   |
| 6.3. Offene Frakturen                                                                                                    | 173   |
| Literaturverzeichnis                                                                                                     | 174   |
| Lebenslauf                                                                                                               | 179   |

## 1. Einleitung

Durch ihren natürlichen Bewegungsdrang, ihre Unbekümmertheit und ihre mangelnde Erfahrung mit Gefahren sind Kinder in einer Zeit zunehmender Technisierung aller Lebensbereiche besonders unfallgefährdet. Nach den Schädel-Hirn-Traumen gehören Extremitätenfrakturen zu den häufigsten Verletzungen im Kindesalter.

Anhand des Krankengutes der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München aus den Jahren 1975 - 1981 soll in der vorliegenden Arbeit versucht werden, die Problematik dieser Frakturen an sich, ihrer Behandlung und ihrer Spätfolgen darzustellen.

Zum einen sollen mittels dieser retrospektiven Studie die angewandten Behandlungsmethoden überprüft und hinsichtlich ihrer weiteren Anwendung bewertet werden; zum anderen soll auf rein klinischem Wege versucht werden, zu den z.T. widersprüchlichen wissenschaftlichen Aussagen bezüglich der nach Frakturen im Kindesalter auftretenden Längenveränderungen und ihren Spätfolgen Stellung zu nehmen. Hierzu wurden die nach Frakturen im Oberschenkelbereich auftretenden Beinlängendifferenzen und Fehlstellungen ausgewertet, sowie die Ergebnisse nach pathologischen und offenen Frakturen mit einbezogen. Gesondert hiervon wurde die Anwendung des Verfahrens der Feldtherapie betrachtet, das nur in der ersten Hälfte des untersuchten Zeitraums angewandt worden war, sowohl hinsichtlich seiner Effektivität als auch seines möglicherweise längenstimulierenden Einflusses. Um die Ergebnisse der Längenmessung v.a. am Oberschenkel richtig bewerten zu können wurde eine Kontrollgruppe hinsichtlich idiopathischer Beinlängendifferenzen untersucht.

## 2. Allgemeiner Teil

### 2.1. Besonderheiten des kindlichen Skeletts

Der kindliche Knochen ist wesentlich poröser und elastischer als der des Erwachsenen; außerdem besitzt er ein dickeres und festeres Periost, das schneller und auch mengenmäßig mehr Kallus produziert. Dieses Periost kann bei Frakturen einerseits Dislokation verhindern, andererseits kann es auch, wenn es zu einer Dislokation der Frakturfragmente gekommen ist, ein starkes Repositionshindernis darstellen. ( 26; 49 )

#### 2.1.1. Frakturarten

Durch die oben erwähnten strukturellen Unterschiede, vor allem den porösen Charakter des kindlichen Knochens, kommt es beim Kind zum Teil zu anderen Frakturarten als beim Erwachsenen.

- An Ulna und Fibula kann es zum Beispiel zu einer Abwinkelung des Knochens bis zu  $45^{\circ}$  kommen, ohne daß dabei eine erkennbare Frakturzone auftritt. Diese plastische Deformation hat jedoch keine Blutung, keine periostale Reaktion, aber auch keine Achsenkorrektur zur Folge.
- Grünholzfrakturen dagegen entstehen immer dann, wenn die einwirkende Energie zwar groß genug ist, den Frakturvorgang auszulösen, aber aufgrund der Biegekräfte des Knochens und der Festigkeit des Periosts nicht ausreicht, um die Fraktur vollständig auszuführen.
- Wulstfrakturen - auch Stauchungsfrakturen genannt - kommen vor allem bei Kleinkindern in Metaphysennähe vor, da der Knochen dort am porösesten ist, z.B. distale Stauchungsfraktur am Femur.

Genauso wie beim Erwachsenen kommt es jedoch auch zu vollständigen Frakturen; diese machen bei den Femurfrakturen den größten Anteil aus. Dabei entstehen vor allem Schräg-, Quer- oder Spiralbrüche, oft mit Aussprengung eines Dreh- oder Spannungskeils. Schwere Trümmerfrakturen dagegen kommen fast nur bei älteren Jugendlichen vor und da auch nur bei sehr starkem direkten Trauma. ( 26; 49 )

## 2.1.2. Frakturheilung

### 2.1.2.1. Beim Erwachsenen

Beim Erwachsenen befindet sich das Skelett in einer Art Gleichgewichtszustand, in dem Osteoklasten- und Osteoblastenaktivität beim Haversschen Umbau dafür sorgen, daß der Knochen ständig erneuert wird. Nach einer Fraktur kann es entweder zu einer primären oder zur sekundären Heilung kommen.

PRIMÄRE FRAKTURHEILUNG findet immer dann statt, wenn eine stabile Verbindung der beiden Bruchenden vorliegt, wie zum Beispiel bei einer "wasserdichten" Osteosynthese oder bei einer Knochenfissur. Denn hier muß der Knochen nicht erst Stützgewebe in Form von bindegewebigem Kallus aufbauen, sondern überall dort, wo die Bruchenden miteinander in Verbindung stehen, können die Osteoklasten direkt den Frakturspalt überqueren; entlang der in diesen Bahnen einsprossenden Gefäße entstehen dann die Osteone. Aber auch beim Vorliegen von kleinen Spalten ist unter stabilen Verhältnissen eine direkte Frakturheilung möglich. ( 26; 27; 65 )

Zur SEKUNDÄREN FRAKTURHEILUNG kommt es dagegen, wenn zwischen den Knochenfragmenten erst eine gewisse Stabilität entstehen muß, was

normalerweise bei der konservativen Behandlung der Fall ist. Diese ist im Röntgenbild am gebildeten Frakturkallus erkennbar. Zuerst entsteht eine zugfeste bindegewebige Umhüllung der Frakturfragmente und zwischen den Fragmenten ein druckfestes Granulationsgewebe, das in Faserknorpel umgewandelt wird. Nur bei mechanischer Ruhe, die durch eine konservative Behandlung gewährleistet sein sollte, kommt es zur Mineralisation des Knorpels. Anschließend entsteht durch Chondroklasten- und Osteoblastenaktivität zunächst Faserknochen, der später in Lamellenknochen umgebaut wird. ( 46; 65)

#### 2.1.2.2. Beim Kind

Beim Kind ist der Knochen durch seine noch vorhandene Wachstumspotenz zum einen viel reaktionsfähiger, zum anderen viel empfindlicher gegenüber Störungen als beim Erwachsenen. Genauso wie beim Erwachsenen unterscheidet man zwischen primärer und sekundärer Frakturheilung.

Die SEKUNDÄRE FRAKTURHEILUNG verläuft im Prinzip genauso wie beim Erwachsenen; sie läuft nur durch die besonderen Periosteigenschaften beim Kind bedingt, viel schneller und unter Bildung von wesentlich mehr Kallus ab, der meist wieder vollständig abgebaut wird. So ist es auch zu erklären, daß Frakturen im Säuglings- und Kleinkindesalter später oft radiologisch nicht mehr zu erkennen sind, da der Kallus zum einen sehr weit abgebaut wird und zum anderen durch das Dickenwachstum des Knochens bedeckt wird.

( 26; 27; 65 )

Durch die besonderen Periosteigenschaften des heranwachsenden Knochens bedingt findet beim Kind auch bei stabiler Osteosynthese meist keine PRIMÄRE FRAKTURHEILUNG statt, sondern es kommt zu einer Mischform zwischen primärer und sekundärer Heilung. Mit zunehmendem Alter gehen jedoch diese spezifischen Eigenschaften des Periosts verloren und damit kann es bei Jugendlichen durchaus zu rein primärer Frakturheilung kommen. So wird beim Kind das Osteosynthesematerial sehr bald von periostalem Kallus umhüllt, der dann eine Art Schienenfunktion erfüllt, während die Kortikalis der Fragmente sich direkt durch Haversschen Umbau verfestigt, genauso wie beim Erwachsenen. ( 26; 27; 31; 65 )

Im allgemeinen verläuft die Frakturheilung beim Kind ohne Probleme und Komplikationen, sowohl bei konservativer wie auch bei operativer Behandlung, solange die Bruchenden miteinander in Verbindung stehen; andernfalls kann es beim Kind genauso wie beim Erwachsenen zur Entstehung einer Pseudoarthrose kommen, was aber sehr selten vorkommt. ( 26 )

### 2.1.3. Funktionelle Anpassung des Knochens nach der Fraktur

#### 2.1.3.1. Beim Erwachsenen

Nach der Konsolidierung der Fraktur kommt es auch beim Erwachsenen zu Umbauvorgängen am Knochen, die als funktionelle Anpassung auf die neu auftretenden Kräfte zu verstehen sind. Sie dienen nur dazu, dem Knochen mehr Festigkeit zu geben, können aber keine Fehlstellungen ausgleichen. Die Anpassungsvorgänge unterscheiden sich aber je nach Art der Frakturheilung.

Bei der PRIMÄREN FRAKTURHEILUNG im Rahmen einer Osteosynthese, bei

der der Knochen schon sehr früh wieder belastet wird, übernimmt das Osteosynthesematerial gleich von Anfang an einen Teil der Belastung. Der Knochen bildet so zu wenig Struktur, um die Belastung alleine übernehmen zu können; daher ist die Gefahr einer Refraktur nach Plattenentfernung solange besonders hoch, bis der Knochen im Rahmen einer erneuten funktionellen Anpassung die fehlende Festigkeit erworben hat. ( 47; 65 )

Nach der SEKUNDÄREN FRAKTURHEILUNG beim Erwachsenen wird hingegen beim Einsetzen der Belastung der vorhandene Materialüberschuß abgebaut. ROUX beschrieb 1895 und PAUWELS 1965 diese funktionelle Anpassung des Fixationskallus. Das vorherrschende Prinzip dabei ist, mit einem Minimum an Knochenmaterial ein Maximum an Festigkeit zu erreichen. Liegt jedoch ein Achsenknick vor, wird das WOLFFSCHE TRANSFORMATIONSGESETZ wirksam. Es findet eine scheinbare Begradigung des Knochens statt, indem auf der konkaven Seite der Krümmung Knochen angebaut, auf der konvexen Seite jedoch Knochen abgebaut wird. Dies bedingt zwar eine größere Festigkeit, an der räumlichen Fehlstellung der Fragmente ändert sich jedoch nichts, so daß die Gelenke weiterhin falsch belastet werden und es zu einer Früharthrose kommen kann. ( 26; 65 )

#### 2.1.3.2. Beim Kind

Beim Kind kann es durch die funktionelle Anpassung des Knochens zum Ausgleich mitunter erheblicher Achsenfehlstellungen kommen.

VON LAER (1982) betont die Abhängigkeit des Ausmaßes der Spontankorrektur von Achsenfehlstellungen von verschiedensten Parametern. Das Ausmaß, in dem eine Korrektur möglich ist, verhält sich um-

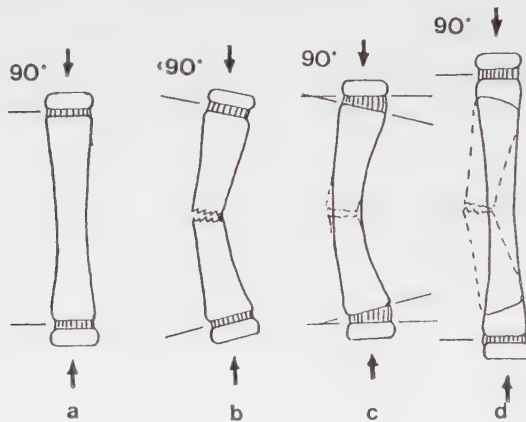
gekehrt proportional zum ALTER DES PATIENTEN zum Zeitpunkt der Fraktur, d.h. je jünger ein Patient ist, umso besser ist die Korrekturfähigkeit, da die Wachstumspotenz entsprechend groß ist. ( 26; 34; 49; 65; 70 )

Weiterhin spielt die LOKALISATION einer Fraktur bzw. Fehlstellung eine wichtige Rolle. Je näher eine Fehlstellung einer Wachstumsfuge mit einem hohen Wachstumsanteil liegt, desto besser ist die Korrekturmöglichkeit. So bestreiten an der unteren Extremität die distale Femur- und die proximale Tibiaepiphyse, an der oberen Extremität die proximale Humerus- und die distale Radiusepiphyse den Hauptteil des Längenwachstums (bis zu 65% bzw 80%). Dieser Einfluß des hohen Wachstumsanteils wird dadurch noch verstärkt, daß der Zeitpunkt des Fugenschlusses direkt von der Wachstumspotenz einer Fuge abhängt. So gilt die Regel, daß die oben erwähnten stärker am Wachstum beteiligten Epiphysenfugen bis zu 4 bis 6 Jahre später als die übrigen Fugen verknöchern.

Das Ausmaß der Fehlstellung ist positiv korreliert mit der spontanen Korrekturfähigkeit. Vor allem an der unteren Extremität spielt hier die FUNKTIONELLE BELASTUNG eine wichtige Rolle. So korrigieren sich Achsenabweichungen in Richtung der Bewegungsebene des benachbarten Gelenks besser als solche, die senkrecht dazu liegen. Vgl. Abb. 1. (26; 34). So stellten auch VONTOBEL, EHALT u.a. nur eine geringe Spontankorrektur bei Fehlstellungen, die senkrecht auf die Bewegungsebene des Kniegelenks wirken, fest, nämlich Varus- und Valgusfehlstellungen, dagegen glichen sich nach ihren Angaben Ante- und Recurvationsfehlstellungen, die in der Bewegungsebene liegen, meist spontan aus. ( 34; 56 )

An der Korrektur einer Dislocatio ad axim sind am wachsenden Knochen vor allem das aufrichtende Fugenwachstum nach PAUWELS und das WOLFFSCHE TRANSFORMATIONSGESETZ beteiligt; Vgl Abb. 1 ( 26; 46; 47; 70 )

Abb. 1: Funktionelle Anpassung des Knochens im Kindesalter  
( nach KEHRER )



Erläuterungen zu Abb.1:

- a) Beim normalen Knochen wirkt die Kraft senkrecht zur Ebene der Epiphysenfuge.
- b),c) Nach einer Fraktur mit Achsenfehlstellung wird die Epiphysenfuge gekippt, was zur Folge hat, daß die Kraft nicht mehr im rechten Winkel einwirkt, sondern in einem kleineren Winkel und außerdem nicht im Zentrum der Epiphysenfuge ansetzt. Die reaktionsfähige Fuge wächst nun auf der weniger belasteten Seite solange mehr, bis sie wieder senkrecht und symmetrisch zur einwirkenden Druckkraft steht. Zusätzlich stellt sich damit auch die Gelenkebene, die vorher ebenfalls gekippt war, wieder in ihre normale Position.
- d) Die Schaftknickung wird genauso wie beim Erwachsenen nach dem WOLFFSCHEN TRANSFORMATIONSGESETZ beseitigt; d.h. auf der konkaven Seite wird Knochen angebaut und auf der konvexen abgebaut.

Über diese Möglichkeit des spontanen Ausgleichs von Fehlstellungen sind sich alle Autoren einig; Über die genaue Größe des noch zu tolerierenden Winkels jedoch weichen die Meinungen weit auseinander.

Während BÜHLER (5) am Oberschenkel mit einem Ausgleich von Fehlstellungen in Sagittal- und Frontalebene bis zu  $30^{\circ}$  rechnet, schränken EHALT, FLACH, JONASCH ( 14; 24 ) u.a. diese Werte auf  $10^{\circ}$  ein und entschließen sich somit schneller zur Reposition (56). Ähnlich unterschiedliche Angaben findet man in der Literatur auch bezüglich des Ausgleichs von Fehlstellungen am Unterarm; so gibt VON LAER (34) an, daß am proximalen und distalen Unterarm ein Ausgleich von Fehlstellungen bis zu  $60^{\circ}$  möglich ist in Sagittal- und Frontalebene, während SASSE und ELLENBROCK (53) diesen Wert auf  $30^{\circ}$  einschränken.

Rotationsfehler jedoch können nach Aussage der meisten Autoren nicht oder nur in geringem Umfang ausgeglichen werden ( BEST, BLOMQVIST, BLOUNT, DAUM, EHALT, SASSE, SAXER, VONTOBEL, WEBER, YANO u.a. ). ( 2; 3; 4; 9; 53; 54; 65; 69 )

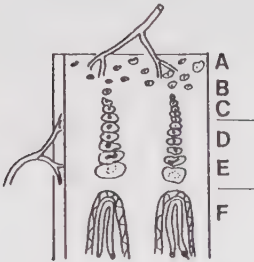
VON LAER (35) zeigte hingegen, daß ein Ausgleich von Rotationsfehlstellungen während des weiteren Wachstums der Kinder durchaus möglich ist und zwar durch physiologische Detorsionsvorgänge am Schenkelhals. OBERHAMMER (44) griff diese Arbeit auf und kam auch zu dem Ergebnis, daß eine Dislocatio ad peripheriam spontan ausgeglichen werden kann; allerdings stellte er fest, daß der Ausgleich im Bereich des Femurschaftes stattfindet.

#### 2.1.4. Bedeutung der Epiphysenfuge

##### 2.1.4.1. Bau und Funktion der Epiphysenfuge

Die Kenntnis von Anatomie, Physiologie und Reaktionsvermögen der Epiphysenfuge ist für das Verständnis der Spätfolgen von Schaftfrakturen sehr wichtig, da die knorpelige Wachstumsfuge an fast allen Korrekturmechanismen im Rahmen von Frakturen beteiligt ist. Für das Längenwachstum von Röhrenknochen ist allein die Epiphysenfuge verantwortlich. Man kann bei ihr einen epiphysären und einen metaphysären Anteil unterscheiden, wobei ersterer von der Epiphyse durch eine Schicht ruhenden Knorpels getrennt wird. Während die Knorpelzellen im ganzen epiphysären Teil vermehrungsfähig sind, findet im metaphysären Bereich nur eine Differenzierung statt, in der die Zellen Flüssigkeit aufnehmen und zu Blasenknorpelzellen anschwellen, die durch längsverlaufende Knorpelsepten voneinander getrennt werden und in denen später die Mineralisierung der Matrix stattfindet. Zusammen geben sie das typische Bild des Säulenknorpels. Zur Metaphyse hin werden die Knorpelzellen immer größer, vakuolisieren dann und degenerieren schließlich. Von der Metaphyse her sprossen Gefäße mit Chondroklasten in die degenerierten Knorpelzellen ein und bauen diese ab. Entlang dieser Gefäßsprossen folgen dann Osteoblasten, die Osteoid aufbauen, das anschließend mineralisiert. Vgl. auch Abb.2. ( 57; 65 )

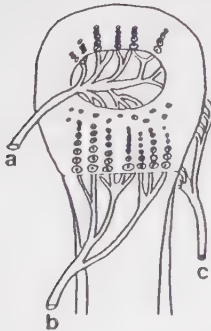
Abb. 2 Aufbau der Epiphysenfuge (nach SCHWEITZER)



- A Ruhender Knorpel
- B Proliferierender Knorpel
- C Palisadenknorpel
- D Knorpelzellhypertrophie
- E Knorpelzelldegeneration
- F Einbruch metaphysärer Gefäße

Eine wichtige Rolle für den ungestörten Ablauf dieser Funktionen spielt die ausreichende Blutversorgung der Epiphysenfuge. Es gilt dabei am Röhrenknochen, daß Epiphyse, Metaphyse und meist auch die Diaphyse eine eigene Blutversorgung besitzen, wobei die Epiphysenfuge nicht von Blutgefäßen durchkreuzt wird. (65)

Abb. 3 Blutversorgung der Epiphysenfuge (nach SCHWEITZER)



- A Epiphyseale Arterie
- B Metaphyseale Arterie
- C Perichondrale Arterie

WEBER (1977) gibt eine detaillierte Schilderung der Folgen von isolierten Gefäßverletzungen in unterschiedlichen Gebieten. Werden die EPIPHYSEALEN GEFÄSSE verletzt, so führt dies zu einer bleibenden Schädigung der Epiphysenfuge mit einer dauerhaften Störung des Längenwachstums. Bei einer Schädigung der METAPHYSEALEN

GEFÄSSE hingegen tritt meist nur eine vorübergehende Wachstumsstörung auf. Keine Störung des Längenwachstums hat dagegen eine Beschädigung der PERICHONDRALEN GEFÄSSE zur Folge.

Kommt es jedoch zu einer Störung der DIAPHYSEALEN Blutversorgung, führt dies nach WEBER zu einer kollateralen Hyperämie im Epiphysengebiet, die wiederum ein gesteigertes Längenwachstum zur Folge hat und zwar solange, bis der Blutkreislauf im Diaphysenbereich wieder sein normales Ausmaß erreicht hat. (65)

Auf diese Aussage soll später noch genauer eingegangen werden.

#### 2.1.4.2. Verletzungen der Epiphysenfuge

Verletzungen im Bereich der Epiphysen müssen deshalb gesondert betrachtet werden, da sie zum einen besondere Probleme hinsichtlich ihrer Spätfolgen nach sich ziehen und zum anderen ihre Behandlung nach anderen Gesichtspunkten als bei anderen Frakturen zu erfolgen hat. Man unterscheidet prinzipiell zwei Verletzungstypen, die Epiphyseolyse und die Epiphysenfraktur. Obwohl diese Verletzungen nur einen sehr kleinen Anteil der im speziellen Teil behandelten Frakturen ausmachen, sollen sie hier dennoch der Vollständigkeit halber kurz abgehandelt werden.

Die EPIPHYSEOLYSE verläuft im metaphysären Randbereich der Epiphysenfuge, also dort, wo die Knorpelzellen degenerieren und wo die enchondrale Ossifikation stattfindet. So bleibt bei der reinen Lyse der äußerst empfindliche epiphysäre Bereich der Fuge unbeschädigt, unter Umständen kann es zu einer vorübergehenden Schädigung der metaphysären Gefäße kommen, eine dauerhafte Wachstumsstörung ist jedoch im Normalfall nicht zu befürchten. Ursachen für

Lysen sind Scherkräfte, die schräg auf die Fuge treffen und gegen die das Periost, das im Fugenbereich besonders kräftig ist, keinen Widerstand zu leisten vermag. (65)

Eine EPIPHYSENFRAKTUR dagegen kommt durch eine Stauchung mit gleichzeitiger Knickung ( WEBER 1977 ) zustande. Hier ist im Regelfall der empfindliche epiphysäre Anteil, das Stratum germinativum mitverletzt, die Blutversorgung der epi- und metaphysealen Gefäße kann zusätzlich gestört sein. Weiterhin kommt es dabei sehr häufig zu einer Verletzung der Gelenkfläche, was die weitere Prognose dieser Frakturen noch verschlechtert.

#### 2.1.4.3. Stimulation des Wachstums ( 14; 27; 65 )

Schon in der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden die ersten Beobachtungen über ein verstärktes Längenwachstum nach Frakturen veröffentlicht ( STANLEY 1849, PAGET 1853, VON VOLKMANN 1862, OLLIER 1867 u.a. ).

Daraufhin begann man mittels der verschiedensten Experimente nach Möglichkeiten zu suchen, Epiphysenfugen so zu stimulieren, daß sie mit vermehrtem Längenwachstum reagierten. Die meisten dieser Methoden basierten darauf, eine Hyperämie im Epiphysenbereich auszulösen oder durch eine Änderung des auf die Epiphyse wirkenden Druckes einen Reiz auf die Wachstumsfuge auszuüben. Anfangs waren diese beiden Faktoren meist nicht bekannt, sondern man sah die angewandte Methode als direkten Reiz auf die Epiphysenfuge an.

Die verschiedenen Theorien, die sich auf eine mögliche Ursache des vermehrten Längenwachstums nach Frakturen beziehen, sollen in der Diskussion vorgestellt werden.

Hier soll nur ein kurzer historischer Überblick über die vielen Experimente gegeben werden, die alle dazu dienen sollten, eine klinisch anwendbare Methode zu finden, um Beinlängendifferenzen verschiedenster Pathogenese ( Entzündung, neurogene Ursachen, angeborene Erkrankungen uvm. ) durch vermehrtes Wachstum der verkürzten Extremität ausgleichen zu können.

Anfangs versuchte man mittels mechanischer Methoden ein Mehrwachstum zu erzielen. OLLIER gelang dies schon 1867, indem er das Periost im Diaphysenbereich vom Knochen ablöste oder entfernte. Andere Experimente in dieser Richtung wurden später noch von WU und MILTNER 1937, LACROIX 1947, BRODIN 1955 und einigen anderen durchgeführt.

VON LANGENBECK versuchte 1869 die Wachstumsfuge durch das Eintreiben von Elfenbeinstiften zu stimulieren, dasselbe wurde später von FORD mittels Eisenstiften versucht.

Aber auch durch das Einbringen von chemischen Substanzen sollte das Wachstum angeregt werden; so verwandte z.B. KAMPFER 1878 Krotonölplomben, PITZEN 1928 Jodtinktur.

Durch Wärmebehandlung ( WISE, CASTLEMAN und WATKINS ) und das Erzeugen elektrischer Potentiale ( PASCHETTE ) versuchte man um 1950 das Längenwachstum zu steigern.

Man untersuchte auch den Einfluß von septischen und aseptischen Entzündungen ( WEINLECHNER und SCHOTT, CASTRO ). 1936 wandte DAHL bei seinen Versuchen Röntgenstrahlung an, wobei er aber nie eine Wachstumsvermehrung erreichen konnte.

Die verschiedensten Experimente wurden auch angewandt um eine direkte Hyperämisierung zu erreichen. So wurden arteriovenöse Fisteln angelegt ( KELLY 1959 ), der venöse Abfluß gestaut ( SERVELLE u.a. ), der Sympathikus im lumbalen Bereich unterbrochen ( HARRIS ) u.v.a.m..

#### 2.1.4.4. Vorzeitiger Schluß der Epiphysenfuge

Zu einem vorzeitigen totalen Fugenverschluß ohne nachfolgende größere Längendifferenz kann es im Rahmen der kollateralen Hyperämie bei der Frakturheilung von Schaftfrakturen oder Epiphysenfrakturen ohne Schädigung des Stratum germinativum kommen, wenn diese kurz vor Beendigung des Wachstums stattfindet.

Wenn sich die Fuge allerdings bei einem mitten im Wachstum befindlichen Kind vollständig schließt, resultiert daraus eine erhebliche Verkürzung der betroffenen Extremität ohne Achsenfehlstellung. Die häufigsten Ursachen dafür sind zum einen Infektionen, zum anderen Epiphysenfrakturen mit Schädigung des Stratum germinativum ( AITKEN I und II ), wenn sie nicht exakt reponiert und stabilisiert wurden. Meist schließt sich hierbei allerdings nicht die gesamte Fuge, sondern es kommt zur partiellen Epiphyseodese. WEBER erklärt dies dadurch, daß bei nicht exakter Reposition einer Epiphysenfraktur ein Frakturspalt verbleibt, der von der Epiphyse zur Metaphyse führt. In diesem Spalt findet sekundäre Frakturheilung statt, d.h. es kommt zur Bildung einer Kallusbrücke, die die Fuge unterbricht und damit weiteres Wachstum verhindert.

Da die Fugenverletzungen meist im Randbereich verlaufen, kann der unverletzt gebliebene Anteil weiterwachsen und so resultiert neben

der Verkürzung noch eine Achsenabweichung, die mit dem weiteren Wachstum immer größer wird.

## 2.2. Besonderheiten der Frakturenbehandlung im Kindesalter

### 2.2.1. Allgemeine Grundsätze (26;68)

Extremitätenfrakturen im Kindesalter werden im Gegensatz zu denen bei Erwachsenen im allgemeinen konservativ behandelt mittels einfacher Reposition, Ruhigstellung im Gipsverband oder Extension. Die Prozentangaben schwanken in der Literatur von 80% bis über 90% konservativ behandelter Frakturen gegenüber operativ behandelten.

Der Grund dafür liegt zum einen in den Besonderheiten des kindlichen Skeletts, wie sie schon vorher ausführlich dargestellt wurden, zum anderen in der Tatsache, daß sekundäre Allgemeinkomplikationen durch lange Ruhigstellung nicht zu erwarten sind, wie z.B. Thrombosen, Lungenembolien, Gelenkversteifungen, Sudeckatropien.

Jede Behandlung muß dafür Sorge tragen, daß keine dauerhaften Spätschäden durch die Fraktur in Form von Achsenfehlstellungen oder Wachstumsstörungen verbleiben. So dürfen z.B. Rotationsfehler nie bestehen bleiben, da sie nicht oder nur sehr langsam ausgeglichen werden, eine Dislocatio ad latus, longitudinem oder axim dagegen muß nur grob ausgeglichen werden.

Wird nun aus irgendeinem Grund operativ vorgegangen, so ist das Ziel der Osteosynthese nicht wie beim Erwachsenen eine Übungs- oder Belastungsstabilität zu erreichen, sondern die einzelnen

Frakturfragmente sollen in korrekter Stellung miteinander fixiert werden. Deshalb muß häufig noch zusätzlich ein Gipsverband angelegt werden. Verwendet werden zur Osteosynthese je nach Frakturart und -lokalisation Kirschnerdrähte, Platten, Schrauben und Marknägel. Eine der wichtigsten Regeln dabei ist, daß Epiphysenfugen nur von Kirschnerdrähten durchkreuzt werden dürfen und dies auch nur kurzzeitig (3-4 Wochen), da es sonst zu schweren Wachstumsstörungen kommen kann.

## 2.2.2. Allgemeine Indikationen zur operativen Versorgung kindlicher Frakturen

( 6;11;15;17;19;25;26;32;33;57;61;63;65;68 )

In folgenden Situationen besteht in der Literatur vorherrschend Einigkeit darüber, daß ein operatives Vorgehen indiziert ist:

- Frakturen der Wachstumsfuge, die konservativ nicht "wasserdicht" fixierbar sind
- nicht reponierbare gelenknahe und Gelenkbrüche
- Brüche mit Repositionshindernis, z.B. Muskelinterponate
- Distraktionsbrüche (Patella, Olecranon)
- bestimmte Brüche bei älteren Jugendlichen
- offene Brüche II. und III. Grades
- infizierte Brüche
- Brüche mit begleitenden Gefäß- oder Nervenläsionen
- Pseudoarthrosen
- pathologische Frakturen
- Brüche bei Schwerstverletzten zur Verbesserung der Pflege

## 2.3. Längendifferenzen am wachsenden Knochen

### 2.3.1. Idiopathische Beinlängendifferenzen

MORSCHER (41) berichtet in einer Studie über die Ätiologie von Beinlängendifferenzen über das häufige Vorkommen idiopathischer Beinlängendifferenzen beim Erwachsenen. Einen kurzen Überblick über die von ihm zitierten Arbeiten gibt Tab. 1.

Tab. 1: Studien über das Auftreten idiopathischer Beinlängendifferenzen an verschiedenen Kollektiven

|                              | Autoren                  |                          |                  |                   |                  |                                |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------------------|
|                              | HASSE,<br>DEHNER<br>1893 | RUSH,<br>STEINER<br>1946 | HULT<br>1954     | HULT<br>1954      | SOLLMANN<br>1959 | EDINGER,<br>BIEDERMANN<br>1957 |
| Untersuchtes Kollektiv       | Soldaten                 | Gesunde Soldaten         | Schwed. Arbeiter | Normalbevölkerung | Patienten        | ohne Angabe                    |
| Anzahl untersuchter Personen | 5 141                    | 100                      | -                | 1 137             | 1 016            | 325                            |
| Meßmethode                   | -                        | -                        | -                | -                 | -                | radiologisch                   |
| Bldiff überhaupt             | 68 %                     | 71 %                     | -                | -                 | -                | 99,7 %                         |
| Bldiff < 5 mm                | -                        | -                        | -                | -                 | -                | 54,8 %                         |
| Bldiff > 5 mm                | -                        | -                        | -                | -                 | -                | 44,9 %                         |
| Bldiff 2-2,5 cm              | -                        | -                        | -                | 4,3 %             | -                | -                              |
| Bldiff 1-2,5 cm              | -                        | -                        | 30 %             | -                 | -                | -                              |
| Bldiff > 1 cm                | -                        | -                        | -                | -                 | 15 %             | -                              |

Die Problematik bei der Interpretation der in Tab. 1 aufgeführten Werte liegt vor allem darin, daß keinerlei Angaben über die Anamnese der Untersuchten bezüglich Frakturen, Traumen o.ä. gemacht werden; d.h. es dürfte nur ein Teil der Differenzen idiopathischer Genese sein. So differieren auch die Zahlenangaben der

verschiedenen Autoren mitunter erheblich. Interessant ist für unsere eigenen Untersuchungen vor allem die Tatsache, daß mit klinischen Methoden ( HASSE, RUSH ) ca bei 70% der Untersuchten Beinlängendifferenzen festgestellt wurden, bei radiologischer Untersuchung ( EDINGER ) jedoch in 99,7%, wobei nur 44,9% der Differenzen größer als 5 mm waren.

Einig sind sich die meisten Autoren darüber, daß es meist das linke Bein ist, das verlängert ist. MORSCHER sieht die Ursache dafür vor allem in der Tatsache, daß die Mehrzahl der untersuchten Personen Rechtshänder waren, denn diese benutzen beim Stehen vor allem das linke Bein als Standbein ( MANKS 1958 ).

Meist ist es allerdings nicht der Orthopäde, der diese "Diagnose" stellt, sondern der Schneider, der die unterschiedlichen Beinlängen bemerkt.

Um die im Rahmen von Extremitätenfrakturen bei Kindern auftretenden Längendifferenzen richtig beurteilen zu können, wollten wir zunächst anhand einer eigenen Kontrollgruppe klären, inwieweit bei einer zufällig ausgewählten Gruppe von Kindern mithilfe der klinischen Längenmessung Beinlängendifferenzen meßbar sind.

Es wurden bei hundert Kindern die Beinlängen ausgemessen, sowie eine Anamnese bezüglich vorangegangener Frakturen, Traumen o.ä. erhoben. Danach konnten von 93 Kindern die Ergebnisse ausgewertet werden. Bei den übrigen 7 Kindern hatten Frakturen oder wie in einem Fall ein Hämangiom vorgelegen.

Die gemessenen Beinlängendifferenzen ( vgl. Tab.2 ) (n=23) waren in 39,1% (n=11) der Fälle durch eine Verlängerung der rechten Seite, in 60,9% (n=12) durch eine des linken Beins bedingt.

Tab. 2: Häufigkeit von Beinlängendifferenzen bei einer Kontrollgruppe ( n=93 )

| Beinlängendifferenzen<br>(Bld) | Anzahl der<br>untersuchten<br>Kinder n | % von<br>n |
|--------------------------------|----------------------------------------|------------|
| Keine Bld                      | 70                                     | 75,3       |
| Bld bis 5 mm                   | 19                                     | 20,4       |
| Bld größer 5 mm                | 4                                      | 4,3        |
| Gesamt                         | 93                                     | 100,0      |

Es hatten sich also bei 24,7% der Kinder idiopathische Beinlängendifferenzen gefunden; allerdings nur bei 4,3% betrugen sie mehr als 5 mm.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß auch bei unserem Kollektiv Beinverlängerungen eher links als rechts bestanden, die Häufigkeit aber weit niedriger lag als in der Literatur angegeben. Dies läßt sich wohl am ehesten durch die Tatsache erklären, daß bei unserer Kontrollgruppe eine genaue Anamnese erhoben wurde. Weiterhin bestätigt uns die größere Häufigkeit der Differenzen bis zu 5 mm bei der radiologischen Untersuchung in der Ansicht, daß es für unsere Untersuchung - wie auch noch später erläutert - günstiger ist, die klinische Längenmessung anzuwenden, da es so nicht in diesem Maße zu einer Fehlinterpretation von Differenzen bis zu 3mm kommt.

### 2.3.2. Bedeutung von Beinlängendifferenzen für das kindliche Skelett

Längendifferenzen im Wachstumsalter können entweder durch eine Wachstumsbremsung, Wachstumsstimulation oder durch Achsenfehlstellungen entstehen.

TAILLARD und MORSCHER (1965) (59) teilen die ätiologischen Faktoren für Stimulierung bzw. Hemmung des Wachstums in folgende Gruppen ein: Kongenitale Ursachen

Infektionen

Lähmungen

Tumoren

Traumen

Mechanische Störungen, z.B. langdauernde Ruhigstellung

Andere Ursachen, z.B. Bestrahlungen

Im Rahmen dieser Arbeit sind vor allem Infektionen, Traumen und mechanische Ursachen von großer Bedeutung.

Während kleineren Längendifferenzen genauso wie geringfügigen Achsenfehlstellungen an der oberen Extremität keine besondere Bedeutung zukommt (31), können diese an der unteren Extremität zu Folgeschäden verschiedenster Art führen.

Laut BERNBECK (1983) sind Beinlängendifferenzen bis zu 1 cm beim Erwachsenen noch als physiologisch zu werten, beim Kind jedoch erfordert jede Beinlängendifferenz eine besondere Überwachung, da während des weiteren Wachstums immer eine Vergrößerung der Differenz möglich ist. (2)

## Folgeschäden pathologischer Beinlängendifferenzen im Wachstumsalter

### Statische skoliotische Fehlhaltungen

Bei einer Längendifferenz der unteren Extremität wird der Schwerpunkt durch den Gleichgewichtssinn orthostatisch neu eingependelt. Dies äußert sich meist durch eine zur Seite des kürzeren Beines hin konvexe Skoliose der Rumpfwirbelsäule, wobei es in der Folge auch zu einer thorakocervicalen Gegenkrümmung kommen kann. Wenn beim Kind nun wegen zunächst fehlender Beschwerden die Frühbehandlung versäumt wird und sich die Fehlhaltung allmählich statisch verfestigt, kommt es im Erwachsenenalter häufig zu hartnäckigen therapieresistenten Schmerzsyndromen. (2)

BERNBECK und MORSCHER (2;41) weisen auch auf die Schwierigkeit der Spätkorrektur einer solchen verfestigten, teilweise auch schon knöchern deformierten statischen Skoliose hin. Ein mechanischer oder operativer Beinlängenausgleich kann nämlich, wenn er nicht sorgfältig und langsam genug durchgeführt wird, zu einer Schmerzvermehrung und Leistungsverminderung führen.

### Beckenschiefstand

Eine Beinlängendifferenz, die sich nach der frühen Kindheit entwickelt hat, führt immer zu einer Schrägstellung der Beckenquerachse. Meist ist damit auch noch eine einseitig vermehrte Beckenkipfung nach vorn verbunden. (2;41)

### Hüftgelenkdeformität

Der Beckenschiefstand führt zu einer Verkipfung beider Hüftgelenke

ke. Auf der höheren Seite resultiert ein verminderter Gelenkschluß, da das Pfannendach über den Hüftkopf zurückweicht. Während des weiteren Wachstums kann es zu einer vermehrten Valgisierung des Collo - Diaphysenwinkels kommen und damit zu einer Früharthrose. Auf der kürzeren Seite resultiert eine vermehrte Überdachung des Femurkopfes, die mechanisch nachteilig ist. Außerdem ist die verkürzte Hüftseite meist muskelschwächer und wird statisch wesentlich stärker beansprucht, was auch zu vorzeitigen Verschleißerscheinungen führt. (2;41)

#### Kniegelenkdeformierungen

Am Kniegelenk des längeren Beins treten meist die ersten Beschwerden und Schäden auf; bedingt sind diese entweder durch eine kompensatorische Beugehaltung, die dann auf Dauer zu einer Streckhemmung führt oder durch ein Genu recurvatum oder varum. Diese Fehlbelastung führt aber rasch und meist irreversibel zu arthrotischen Gelenkveränderungen. (2;41)

#### Fußdeformierungen

Die Schäden, die am Fußskelett durch eine Beinlängendifferenz hervorgerufen werden, treten meist beidseits auf. Am Fuß des längeren Beins kommt es durch die vermehrte Beanspruchung meist zu einem kombinierten Knick-, Senk-, Spreizfuß, wogegen der funktionell schwächere Fuß kompensatorisch plantarflektiert wird, was auf Dauer zu einer feststehenden Spitzfußstellung führt. (2;41;69)

### 2.3.3. Therapie von Beinlängendifferenzen nach BERNBECK

#### DIFFERENZ 0 - 1 cm

Beim Kleinkind bis zu 4 Jahren keine Therapie

Beim älteren Kind und beim Erwachsenen Schuhausgleich, wenn Beschwerden bestehen

#### DIFFERENZ 1,5 - 2 cm

Es wird immer ein Schuhausgleich durchgeführt

#### DIFFERENZ 2,5 - 4 cm

Therapie konservativ mit Schuhausgleich, wobei Innenschuh bzw Innenkeil verordnet werden kann

Operatives Vorgehen erst ab dem 4. Lebensjahr (LJ)

4.-10. LJ Verlängerungsosteotomie

10. LJ bis Wachstumsende: Temporäre Epiphyseodese nach BLOUNT

Epiphyseodese nach PHEMISTER

Verlängerungsosteotomie

Erwachsene : Verlängerungs-/ Verkürzungsosteotomie

#### DIFFERENZ 4,5 - 14 cm

Therapie konservativ mit orthopädischem Schuh, Schiene oder Prothese

Operatives Vorgehen erst ab dem 4. LJ

4. - 10. LJ Verlängerungsosteotomie

10. LJ bis Wachstumsende: Temporäre Epiphyseodese nach BLOUNT

Epiphyseodese nach PHEMISTER

Verlängerungs-/ Verkürzungsosteotomie

Erwachsene : Verlängerungs-/ Verkürzungsosteotomie

### 2.3.4. Verfahren zur Korrektur von Beinlängendifferenzen

#### 2.3.4.1. Konservativ

Bei Beinlängendifferenzen bis zu 2 oder maximal 3 cm stehen die konservativen Maßnahmen im Vordergrund. Der Ausgleich läßt sich im allgemeinen, d.h. wenn keine weiteren Fußdeformitäten vorliegen, am normalen Konfektionsschuh durchführen. Es gibt dabei die Möglichkeit den Absatz zu erhöhen oder Absatz und Sohle zu erhöhen oder auch durch eine Kork- oder Filzeinlage den nötigen Ausgleich zu schaffen. Die konservative Behandlung größerer Differenzen dagegen ist ein spezielles orthopädisches Problem. ( 59; 58; 2 )

Der Kinderchirurg wird häufig, wenn Beinlängendifferenzen von über 2 cm vorliegen, von den Eltern nach der Möglichkeit eines operativen Vorgehens gefragt. Deshalb soll hier ein kurzer Überblick über die verschiedenen operativen Vorgehensweisen, aber auch über die mit ihnen verbundenen Probleme und Komplikationen gegeben werden.

#### 2.3.4.2. Temporäre Epiphyseodese nach BLOUNT

Dieses auch als Epiphysenklammerung bezeichnete Verfahren geht von der Annahme aus, daß ansteigender Druck in Wachstumsrichtung das Wachstum hemmt. Es werden dabei in die Epiphysen der Femurkondylen ( früher wurde auch die Epiphyse des Tibiakopfes verwendet, dies wurde jedoch wegen der geringen Zuverlässigkeit wieder aufgegeben ) metallische Epiphysenklammern nach BLOUNT eingeschlagen; beidseits, wenn die gesamte Länge korrigiert werden soll, außen oder innen, wenn eine Varus- oder Valgusfehlstellung ausgeglichen werden soll. Wenn die Längendifferenz oder Achsenfehl-

stellung ausgeglichen ist, werden diese Klammern wieder entfernt. Von BLOUNT wurde dieses Verfahren mit großem Erfolg und großer Genauigkeit angewandt, wie seine Nachuntersuchungsergebnisse zeigen (58). Dagegen ist die Komplikationsrate, die von anderen Autoren angegeben wird, wesentlich höher.

Während BERNBECK (1983) diese temporäre Epiphyseodese für ein durchaus sicheres Verfahren hält, wenn sie unter sorgfältiger Wachstumskontrolle und zum richtigen Zeitpunkt, nämlich zwischen dem 11. Lebensjahr und dem Wachstumsende erfolgt, so raten andere Autoren wie ZACHER (70) und TACHDJIAN (58) zu einem anderen Vorgehen. Sie ziehen es vor, die Epiphysenklammerung genauso wie die Epiphyseodese nach PHEMISTER erst gegen Ende des Wachstums durchzuführen, da ihrer Meinung nach die große Gefahr besteht, daß die geklammerten Fugen ihr Wachstum nicht mehr aufnehmen.

#### 2.3.4.3. Epiphyseodese nach PHEMISTER

Dieses Verfahren beruht auf denselben Prinzipien wie das von BLOUNT angewandte. Nur wird hier erst gegen Ende des Wachstums - zu einem genau festgelegten Zeitpunkt, an dem der erwartete Längenzuwachs der verkürzten Extremität diese Differenz ausgleichen wird - das weitere Wachstum der Wachstumsfuge durch einen in die Fuge eingetriebenen Knochenspan gestoppt.

Von einigen Autoren wird dieses Verfahren vorgezogen, da nur ein Eingriff erforderlich ist und außerdem ein unbeabsichtigter vorzeitiger Epiphysenschluß ausgeschlossen werden kann.

#### 2.3.4.4. Verlängerungsosteotomie

Ein derartiges Additionsverfahren im Wachstumsalter durchzuführen wird von einigen Autoren als problematisch angesehen. (2;58;70)

Die meisten raten dazu, diesen Eingriff erst beim älteren Jugendlichen durchzuführen.

Es erfordert zum einen einen erheblichen technischen Aufwand, zum anderen sind mehrere Operationen notwendig, meist müssen auch Begleitoperationen wie Kniebeugesehnenverlängerung u.ä. durchgeführt werden. Der größte Nachteil allerdings, wenn diese Maßnahme bereits im Wachstumsalter ausgeführt wird, ist, daß man die Gesamtlänge nicht genau berechnen kann, da durch die Osteosynthese die Fuge weiter stimuliert wird, und somit unter Umständen ein zusätzlicher Längenzuwachs eintritt. (2;58;70)

#### 2.3.4.5. Verkürzungsosteotomie

Subtraktionsverfahren sollten auch erst gegen Ende des Wachstums durchgeführt werden und sind technisch wesentlich einfacher ausführbar als Verlängerungsosteotomien.

Ihr großer Nachteil ist, daß die Körpergröße verringert wird und es außerdem oft zu einer kosmetisch störenden Disproportionierung von Ober- und Unterschenkel­länge kommt.



### 3. Spezieller Teil

#### 3.1. Untersuchungsmethoden

##### 3.1.1. Klinische Untersuchung

Untersucht wurde im allgemeinen nach dem folgenden selbstentwickelten Untersuchungsbogen:

#### FRAGEN AN DIE ELTERN BZW DAS KIND:

1. Bestehen noch Beschwerden am ehemals gebrochenen Bein?

- ☐ Schmerzen bei Witterungswechsel
- ☐ Schmerzen bei Belastung
- ☐ Frühzeitiges Ermüden bei Belastung
- ☐ Sonstiges

2. Treibt Ihr Kind Sport?

- ☐ In der Schule
- ☐ In der Freizeit

Welche Sportarten? Gibt es dabei Probleme?

3. Sind Ihnen bei Ihrem Kind Gangstörungen aufgefallen?

- ☐ Bei normalem Gehen und Laufen
  - ☐ Bei längerem Gehen
- Wenn ja, welche?

4. Bestehen noch andere Unfallfolgen?

#### EIGENE UNTERSUCHUNG:

- ☐ Gangstörungen
- ☐ neurologische Ausfälle
- ☐ Hautbeschaffenheit auffällig
- ☐ überschüssige Narbenbildung      Narbe: Länge (cm)      Breite (cm)
- ☐ Durchblutungsstörungen      art/ven
- ☐ motorische Schwäche

Oberschenkelumfang ( 10 cm über lat. Kniegelenkspalt )      li/re



Das Verfahren der direkten Beinlängenmessung und der Bestimmung des Beckenschiefstandes soll im folgenden näher erläutert werden, da die Bestimmung der Beinlängendifferenzen auf klinischem Wege eine der wichtigsten Untersuchungen in dieser Arbeit darstellt.

#### DIREKTE LÄNGENMESSUNG (12;41)

Mit diesem Verfahren wird die klinische Länge bestimmt, d.h. die Distanz zwischen Spina iliaca anterior superior und dem distalen Anteil des Malleolus lateralis.

MESSMETHODIK: Es wird ein 1 cm breites mit Kunststoffolie überzogenes Stoffmaßband verwendet. Der Patient liegt auf einer festen Unterlage, alle Gelenke in Neutral - 0 - Stellung.

Die gewonnenen Meßwerte werden auf den nächstliegenden 0,5 cm Wert ab- bzw aufgerundet. (12) Eine Angabe auf Millimeter genau würde eine zu hohe Meßgenauigkeit vortäuschen, da Ungenauigkeiten nicht durch den Ablesefehler entstehen, sondern durch den Meßvorgang an sich.

Um die Meßfehlerbreite konstant zu halten, wurde der größte Teil der Patienten von ein und demselben Untersucher ausgemessen.

Um Fehler, die durch Varus- oder Valgusstellung im Knie verursacht werden ( bei Genu valgum verkürzte Distanz, bei Genu varum verlängerte Distanz ) und um Ober- und Unterschenkelängen einzeln vergleichen zu können, wurden bei der Auswertung jeweils 3 Werte berücksichtigt: Die Differenz

|                        |   |                      |
|------------------------|---|----------------------|
| Spina iliaca ant. sup. | - | Malleolus lat.       |
| Spina iliaca ant. sup. | - | lat. Kniegelenkspalt |
| Lat. Kniegelenkspalt   | - | Malleolus lat.       |

## INDIREKTE LÄNGENMESSUNG

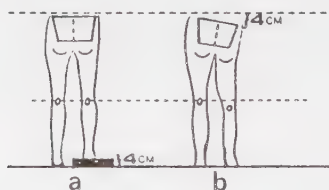
Sie wird mit Hilfe des Plättchentestes durchgeführt. Bestimmt werden dabei die funktionellen Beinlängendifferenzen.

MESSMETHODIK: Verwendet werden Holzbrettchen der Dicken 3; 4,5; 10; 14,5; und 20 mm.

Beurteilt wird der Beckenstand anhand der beiden Cristae iliacae, der Form der Wirbelsäule, der Afterspalte, die genau vertikal verlaufen sollte, der beiden Gefäßfalten und der Kniefalten.

Vgl. Abb. 4.

Abb.4: Bestimmung der funktionellen Beinlängendifferenz  
( nach EICHLER )



- a Korrektur mit 4 cm hohem Brettchen
- b unkorrigiert

Unter Berücksichtigung all dieser Gesichtspunkte wird der Beinlängenunterschied festgelegt. Außerdem wird die Beweglichkeit und Aufrichtbarkeit der Lendenwirbelsäule geprüft.

Die Kombination von direkter und indirekter Messung zum Zwecke der Nachuntersuchung wurde von uns als ausreichend genau betrachtet, wie schon von VON LAER, EICHLER u.a. (12;35)

### 3.1.2. Radiologische Untersuchung

Auf eine radiologische Beinlängenmessung im Rahmen der Nachuntersuchung wurde bei allen Kindern im Hinblick auf das Strahlenminimierungsgebot des § 28 Abs.1 Nr.2 der Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen ( Strahlenschutzverordnung ) und die allgemeinen Grundsätze bei der Anwendung von Röntgenstrahlen auf den lebenden Menschen des § 22 der Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen ( Röntgenverordnung ) verzichtet, da für die Ermittlung der klinisch relevanten Längendifferenzen eine wirkungsfreie Meßmethode mit ausreichender Genauigkeit zur Verfügung stand. Auch für die wissenschaftliche Auswertung sind die gewonnenen Ergebnisse genau genug, ja sie verringern sogar die Gefahr einer Fehlinterpretation, da eine auf Millimeter genaue Bestimmung von Beinlängendifferenzen die Gefahr in sich birgt, daß geringe physiologisch irrelevante Differenzen, die bis zu 3 mm durchaus möglich sind, als Reaktion des Knochens auf die Fraktur mißdeutet werden. Um diesen Fehler ausschließen zu können, bräuchte man Aufnahmen beider Oberschenkel und eine Beckenübersichtsaufnahme vor der Fraktur. Diese lagen jedoch verständlicherweise in keinem Fall vor.

Auf eine Beckenübersichtsaufnahme zur Bestimmung des Caput Collum Diaphysenwinkels, wie sie von VON LAER (35) und PLÜTZ (48) verwendet wurde, haben wir routinemäßig auch verzichtet, zumal die Strahlenbelastung sehr hoch gewesen wäre im Vergleich zum therapeutisch nutzbaren Effekt (Vgl Ergebnisse von PLÜTZ ).

Röntgenaufnahmen wurden also nur bei Vorliegen von Beschwerden und bei Verdacht auf einen stärkeren Achsenfehler angefertigt.

### 3.2. Frakturen im Oberschenkelbereich - Allgemeines

#### 3.2.1. Krankengut

Von 1975 - 1981 wurden in der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München 141 Patienten mit 145 Frakturen im Oberschenkelbereich stationär behandelt. Bei den verletzten Kindern handelte es sich um 91 Jungen (64,5%) und 50 Mädchen (35,5%).

7,6% der Frakturen waren im proximalen Femurbereich gelegen, 84,1% waren Oberschenkelchaftfrakturen, die übrigen 8,3% lagen im distalen Drittel. Vergleiche auch Tab. 3.

Tab. 3: Lokalisation von Frakturen im Oberschenkelbereich  
( n = 145 )

| Frakturen im Oberschenkelbereich<br>1975 - 1981 | Anzahl der<br>Frakturen n | % von<br>n |
|-------------------------------------------------|---------------------------|------------|
| Epiphyseolysis capitis femoris                  | 1                         | 0,7        |
| Laterale Schenkelhalsfraktur                    | 3                         | 2,1        |
| Pertrochantere Fraktur                          | 3                         | 2,1        |
| Subtrochantere Fraktur                          | 4                         | 2,7        |
| Femurschaftfraktur                              | 122                       | 84,1       |
| Supracondyläre Fraktur                          | 10                        | 6,8        |
| Intercondyläre Fraktur                          | 2                         | 1,4        |
| Gesamt                                          | 145                       | 100,0      |

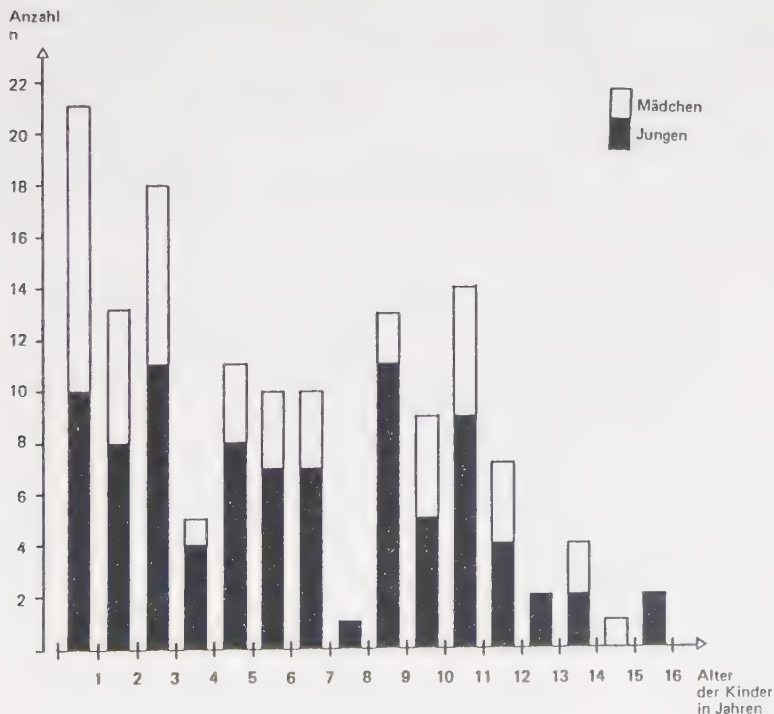
In 60,7% der Fälle war der linke Oberschenkel betroffen, in 39,3% der rechte. In 3 Fällen (2,1%) waren beide Oberschenkel gebrochen, bei 1 Kind (0,7%) war der linke Oberschenkel zweimal gebrochen.

Tab. 4: Zeitliche Verteilung der mit Oberschenkelfrakturen versorgten Kinder (n = 141)

| Jahr                | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | Gesamt |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Anzahl der Kinder n | 18   | 21   | 31   | 13   | 19   | 19   | 20   | 141    |
| % von n             | 12,8 | 14,9 | 22,0 | 9,2  | 13,5 | 13,5 | 14,1 | 100,0  |

Es wurden durchschnittlich 20,1 Kinder mit Oberschenkelfrakturen pro Jahr versorgt. Vgl. Tab. 4. Ein Maximum wurde 1977 mit 31 Kindern erreicht, das aber durch den Rückgang der Behandlungen 1978 wieder ausgeglichen wurde.

Abb. 5: Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Fraktur und Geschlecht (n = 141)



Wie aus Abb. 5 ersichtlich ist, waren fast doppelt so viele Buben (64,5%) wie Mädchen (35,5%) von einer Fraktur im Oberschenkelbereich betroffen. Am gefährdetsten waren die Kleinkinder bis zu 3 Jahren; diese Gruppe machte fast 37% des Gesamtkollektivs aus. In der Altersgruppe bis zu 2 Jahren war die Häufigkeit der verletzten Jungen und Mädchen etwa gleich groß. In der Gruppe der 3 - 8 Jährigen waren die Jungen weit häufiger betroffen als die Mädchen. Am signifikantesten zeigte sich dieser Unterschied bei den 8-jährigen Kindern. Bei den 9 und mehr Jahre alten Kindern nahm der Anteil der verletzten Mädchen wieder zu.

### 3.2.2. Nachuntersuchtes Krankengut

Nachuntersucht werden konnten 96 Kinder mit 100 Frakturen im Oberschenkelbereich. Die Frakturen lagen ein halbes bis 8,5 Jahre zurück. Es handelte sich dabei um 60 Jungen und 36 Mädchen.

8% der Frakturen waren im proximalen Drittel, 83% im Schaftbereich gelegen und die restlichen 9% im distalen Bereich.

Tab. 5: Lokalisation der nachuntersuchten Frakturen ( n= 100 )

| Nachuntersuchte Frakturen<br>im Oberschenkelbereich | Anzahl nach-<br>untersuchter<br>Frakturen n' | Gesamtzahl<br>Frakturen<br>n | % von<br>n |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------|------------|
| Epiphyseolysis capitis femoris                      | 0                                            | 1                            | 0          |
| Laterale Schenkelhalsfraktur                        | 1                                            | 3                            | 33         |
| Pertrochantere Fraktur                              | 3                                            | 3                            | 100        |
| Subtrochantere Fraktur                              | 4                                            | 4                            | 100        |
| Femurschaftfraktur                                  | 83                                           | 122                          | 68         |
| Supracondyläre Fraktur                              | 7                                            | 10                           | 70         |
| Intercondyläre Fraktur                              | 2                                            | 2                            | 100        |
| Gesamt                                              | 100                                          | 145                          | 69         |

Die meisten Kinder konnten 5 - 6 Jahre nach der Fraktur nachuntersucht werden, wie aus Tab. 6 ersichtlich ist.

Tab. 6: Nachuntersuchungszeitraum ( n = 96 )

| Nachuntersuchungszeitraum<br>in Jahren | Anzahl nachunter-<br>suchter Kinder<br>n | % von<br>n |
|----------------------------------------|------------------------------------------|------------|
| 0,5 - 1                                | 12                                       | 12,5       |
| 1 - 2                                  | 11                                       | 11,5       |
| 2 - 3                                  | 15                                       | 15,6       |
| 3 - 4                                  | 12                                       | 12,5       |
| 4 - 5                                  | 11                                       | 11,5       |
| 5 - 6                                  | 16                                       | 16,6       |
| 6 - 7                                  | 12                                       | 12,5       |
| 7 - 8                                  | 4                                        | 4,2        |
| 8 - 9                                  | 3                                        | 3,1        |
| Gesamt                                 | 96                                       | 100,0      |

Im Durchschnitt wurden die Kinder 3,9 Jahre nach der Fraktur nachuntersucht. Von einigen Kindern existieren auch frühere Nachuntersuchungsergebnisse, so daß Verläufe ermittelt werden konnten.

### 3.3. Frakturen im proximalen Femurbereich

Im Zeitraum von 1975 - 1981 wurden 11 Kinder mit Frakturen im proximalen Femurbereich behandelt.

#### 3.3.1. Frakturarten und Frakturursachen

Nach DELBET (31) werden kindliche Schenkelhalsfrakturen folgendermaßen eingeteilt:

- Typ I      Traumatische Epiphyseolysen
- Typ II     Transcervicale Frakturen
- Typ III    Cervicotrochantere Frakturen
- Typ IV     Pertrochantere (und subtrochantere) Frakturen

Tab. 7 zeigt die Verteilung der Frakturarten in unserem Krankengut.

Tab. 7:    Kindliche Schenkelhalsfrakturen nach Häufigkeit und Durchschnittsalter aufgegliedert    ( n = 11 )

| Frakturart                                | Anzahl der Frakturen<br>n | % von<br>n | Durchschnittsalter in<br>Jahren |
|-------------------------------------------|---------------------------|------------|---------------------------------|
| Epiphyseolysis capitis<br>femoris Typ I   | 1                         | 9,1        | 10                              |
| Laterale Schenkelhals-<br>fraktur Typ III | 3                         | 27,3       | 11                              |
| Pertrochantere Fraktur<br>Typ IV          | 3                         | 27,3       | 7                               |
| Subtrochantere Fraktur<br>Typ IV          | 4                         | 36,3       | 3,2                             |
| Gesamt                                    | 11                        | 100,0      | 6,9                             |

Während subtrochantere Frakturen, die eher zu den Schaftfrakturen zu rechnen sind (31), ähnlich wie diese schon im früheren Kindesalter durch kleinere Traumen entstehen können, treten alle anderen Schenkelhalsfrakturen, sofern es sich nicht um pathologische Frakturen handelt, erst in der späteren Kindheit auf und dies nur bei sehr schwerem Trauma, wie einem Sturz aus großer Höhe oder einem Verkehrsunfall.

### 3.3.2. Behandlungsmethoden, Frühkomplikationen und Spätergebnisse aufgeschlüsselt nach den einzelnen Frakturarten

#### 3.3.2.1. Epiphyseolysis capitis femoris ( Typ I )

Pat.: K.A. 4.3.71 10 J

K.A. hatte sich bei einem Sturz eine traumatische Epiphysenlösung des Femurkopfes zugezogen und wurde 4 Wochen mit Kirschnerdrahtfixation und gleichzeitigem Beckengips versorgt.

#### 3.3.2.2. Laterale Schenkelhalsfrakturen ( Typ III )

Pat.: W.J. 11.3.62 13 J

B.I. 27.7.67 10 J

A.M. 27.2.69 10 J

Ein Sturz aus großer Höhe war die Ursache für die drei versorgten lateralen Schenkelhalsfrakturen, die alle verschraubt worden sind. Zwei davon ( W.J.; B.I. ) heilten ohne Komplikationen aus; bei einem auswärts voroperierten Jungen (A.M.), der als einziger nachuntersucht werden konnte, kam es nach einem Monat zu einer Schraubenlockerung, so daß bei uns erneut eine Zugschraubenosteosynthese durchgeführt werden mußte.

Bei der Nachuntersuchung klagte der Junge über gelegentliche Schmerzen und frühzeitiges Ermüden im Bereich der betroffenen Hüfte beim Sport. Gangstörungen fielen keine auf. Es bestanden keine Bewegungseinschränkungen im Hüft- oder Kniegelenk, jedoch ein Beckenschiefstand von 1 cm zugunsten der nicht verletzten Seite.

### 3.3.2.3. Petrochantere Frakturen ( Typ IV )

|            |          |      |                                             |
|------------|----------|------|---------------------------------------------|
| Pat.: F.A. | 24. 5.71 | 3 J  | } Pathologische Fraktur<br>bei Knochencyste |
| R.M.       | 15.11.74 | 10 J |                                             |
| G.A.       | 29. 7.68 | 8 J  |                                             |

Mit einer Ausnahme handelte es sich bei allen petrochanteren Frakturen um pathologische Frakturen infolge von Knochencysten. Diese sollen gesondert zusammen mit den anderen pathologischen Frakturen betrachtet werden.

Bei einem Verkehrsunfall zog sich G.A. am selben Oberschenkel zugleich eine petrochantere und eine supracondyläre Fraktur zu. Die petrochantere Fraktur wurde verschraubt; im Bereich der Operationswunde entwickelte sich ein suprafascialer Abszeß. Während der Frakturheilung kam es zu keinerlei Komplikationen.

Bei der Nachuntersuchung klagte das Mädchen über leichte Schmerzen in der Hüfte bei Belastung; außerdem empfand sie die keloidreiche Narbe als sehr störend. Es wurde deshalb ein Termin zur Narbenkorrektur vereinbart. Es bestanden weder Gangstörungen, noch eine Bewegungseinschränkung und auch kein Beckenschiefstand.

Eine Beckenübersichtsaufnahme zur Bestimmung des CCD- Winkels wurde von der Röntgenabteilung ( Dr. Fendel ) wie bei A.M. abgelehnt.

### 3.3.2.4. Subtrochanterale Frakturen ( Typ IV )

Pat.: P.J. 21. 6.78 2 J  
U.B. 3. 4.79 2 J  
S.O. 19.11.72 4 J  
V.N. 3. 1.71 5 J

Die beiden zweijährigen Kinder hatten sich die Frakturen beim Spielen zugezogen; bei dem einen (P.J.) handelte es sich um eine nicht dislozierte Stauchungsfraktur, die 3 Wochen mit Heftpflasterextension versorgt wurde. Bei dem anderen Kind (U.B.) wurden die dislozierten Fragmente mittels Kirschnerdrähten fixiert.

S.O. hatte sich die stark dislozierte subtrochanterale Femurfraktur im Rahmen eines schweren Polytraumas zugezogen. Diese war zunächst 3 Wochen mit Pflasterextension versorgt worden; infolge des starken Muskelzuges am proximalen Fragment bestand aber die Gefahr eines Rotationsfehlers und deshalb wurde verplattet. Nach der Operation bildete sich zunächst ein Fadengranulom, von dem aus sich Fistelgänge bis zu den Schrauben der Platte entwickelten. Bei der Materialentfernung mußte auch ein Stück Knochensequester mitentfernt werden; die Frakturheilung selbst war nicht gestört.

Bei der fünfjährigen V.N. wurde die stark dislozierte subtrochanterale Fraktur sofort verplattet. Es kam zwar postoperativ zu einem Temperaturanstieg und zu einer Beschleunigung der BKS, aber es traten ohne Gabe von Antibiotika keine weiteren Komplikationen auf.

Bei der Nachuntersuchung klagten die beiden als Kleinkinder (P.J.; U.B.) Verunglückten über keinerlei Beschwerden; es waren auch keine pathologischen Befunde zu erheben. Bei beiden Kindern fanden

sich keine Beinlängendifferenzen.

Noch massive Beschwerden infolge anderer Verletzungen bei dem Unfall hatte S.O.; auf die Oberschenkelfraktur direkt zurückzuführen waren nur die Beschwerden bei Witterungswechsel. Gangstörungen fielen keine auf und auch die Bewegung war nicht eingeschränkt. Allerdings bestand ein Beckenschiefstand zugunsten der verletzten Seite von 1 cm.

Das Mädchen (V.N.), deren Fraktur sofort verplattet worden war, klagte über keinerlei Beschwerden. Es war allerdings auch bei ihr zu einer Verlängerung des frakturierten Beins gekommen. Daraus resultierte ein Beckenschiefstand von 1,5 cm.

### 3.3.3. Zusammenfassung der Ergebnisse der proximalen Oberschenkelfrakturen

Frühkomplikationen wie Frakturheilungsstörungen (n=1), Fadengranulombildungen (n=2), Entwicklung von allgemeinen Entzündungszeichen (n=1) traten in 44,4% der behandelten Frakturen im proximalen Oberschenkelbereich auf.

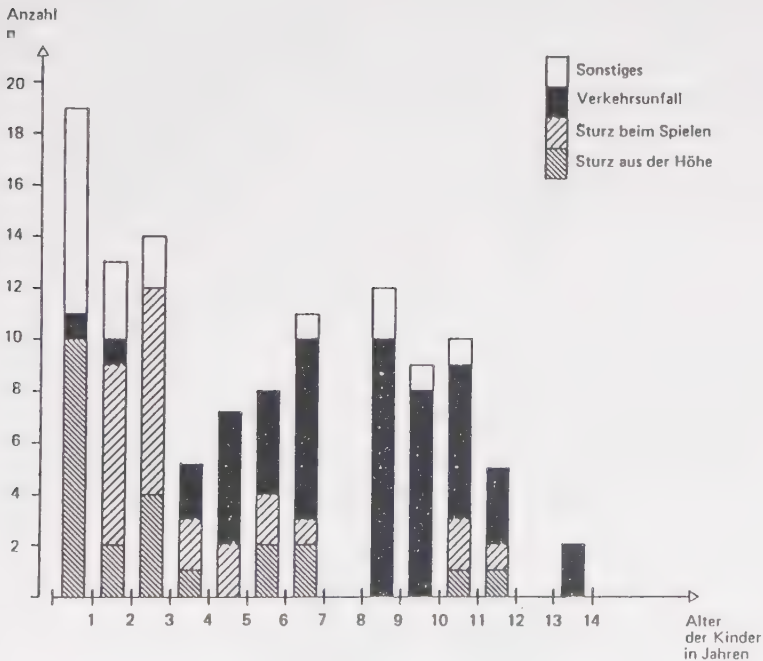
Bei der Nachuntersuchung (n=6) klagten 50% der Kinder über subjektive Beschwerden. Beinlängendifferenzen zwischen verletzter und unverletzter Seite traten bei 50% der Kinder auf, wobei es sich einmal um eine Verkürzung um 1 cm und zweimal um Verlängerungen von 1 bzw 1,5 cm handelte.

### 3.4. Femurschaftfrakturen

Insgesamt waren 122 Oberschenkelchaftfrakturen im Zeitraum von 1975 - 1981 in der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München versorgt worden. Genauere Daten ließen sich noch von 114 Patienten mit 115 Frakturen auswerten ( 94,3% ).

#### 3.4.1. Frakturursachen

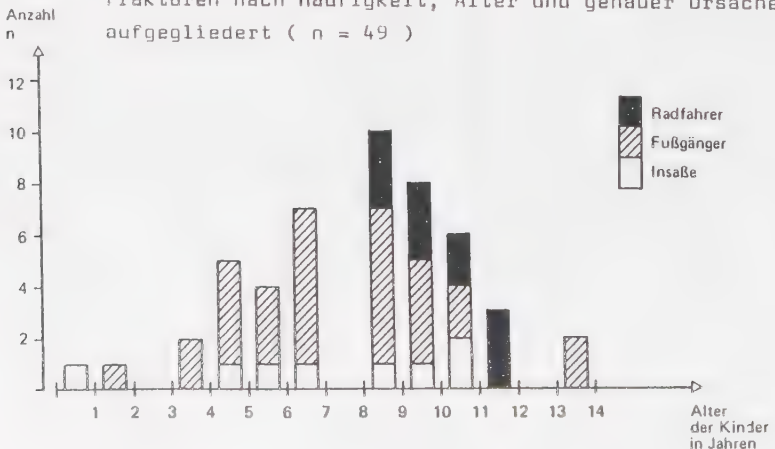
Abb. 6: Oberschenkelchaftfrakturen gegliedert nach Häufigkeit, Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Fraktur und Frakturursache ( n = 115 )



Während im Säuglingsalter die Stürze aus der Höhe, z.B. vom Arm der tragenden Person oder vom Wickeltisch an der Spitze der Frakturursachen stehen (52,6%), zogen sich im Kleinkindesalter (2. - 3. LJ) die Kinder ihre Oberschenkelfrakturen durch Stürze bei den ersten Gehversuchen, beim Spielen u.ä. zu (55,6%). Bei den älteren Kindern nimmt der Anteil der Verkehrsunfälle immer mehr zu, bis diese schließlich in der Altersgruppe zwischen 8 und 10 Jahren fast ausschließlich für die Oberschenkelchaftfrakturen verantwortlich sind (85,7%). Daraus läßt sich folgern, daß die Stärke des nötigen Traumas mit zunehmendem Alter der Kinder immer größer wird, solange es sich nicht um pathologische Frakturen handelt. Dies erklärt auch die Tatsache, daß die am häufigsten von Oberschenkelfrakturen betroffene Gruppe, wie es auch aus Abb. 5 ersichtlich ist, Kleinkinder bis zu 3 Jahren ausmachen.

Bei den älteren Kindern zeigte auch die Art der Verkehrsunfälle eine gewisse Altersabhängigkeit, wie aus Abb. 7 ersichtlich ist.

Abb. 7: Durch Verkehrsunfälle verursachte Oberschenkelchaftfrakturen nach Häufigkeit, Alter und genauer Ursache aufgegliedert ( n = 49 )



Bei 61,2% der Verkehrsunfälle wurden Kinder beim Überqueren der Straße oder beim Spielen auf der Straße von einem Auto erfaßt oder liefen in ein Auto. Im Alter von 8 - 12 Jahren wurden Kinder vor allem beim Radfahren (45,8%) in einen Autounfall verwickelt. Der Anteil der als Insassen verletzten Kinder betrug 16,3%.

Tab. 8 gibt die genaue Aufteilung der in Abb. 6 unter Sonstiges erfaßten Frakturen.

Tab. 8: Sonstige Frakturursachen (n=18)

| Sonstiges                                        | Anzahl<br>n | % von<br>n=18 | % von<br>n=115 |
|--------------------------------------------------|-------------|---------------|----------------|
| Geburtstraumen                                   | 4           | 22,2          | 3,5            |
| Pathologische Frakturen<br>ohne Knochencysten    | 4           | 22,2          | 3,5            |
| Pathologische Frakturen<br>infolge Knochencysten | 2           | 11,1          | 1,7            |
| Trauma unbekannt<br>V.a. Battered child          | 5           | 27,8          | 4,3            |
| Direktes Trauma                                  | 3           | 16,7          | 2,6            |
| Gesamt                                           | 18          | 100,0         | 15,6           |

Zu pathologischen Frakturen kam es zweimal beim Vorliegen einer Knochencyste, zweimal im Rahmen einer Osteogenesis imperfecta, einmal bei renaler Osteopathie und einmal nach einer 5000 rad Bestrahlung des Femurs wegen eines Ewing Sarkoms.

### 3.4.2. Art und Lokalisation der Frakturen

Der Hauptteil der Femurschaftfrakturen war, wie auch aus Tab. 9 hervorgeht, im mittleren Drittel lokalisiert.

Tab. 9: Lokalisation der Femurschaftfrakturen ( n = 115 )

| Lokalisation                             | Anzahl der Femurschaftfrakturen n | % von n |
|------------------------------------------|-----------------------------------|---------|
| Proximales Drittel                       | 12                                | 10,4    |
| Übergang proximales zu mittlerem Drittel | 8                                 | 7,0     |
| Mittleres Drittel                        | 76                                | 66,1    |
| Übergang mittleres zu distalem Drittel   | 5                                 | 4,3     |
| Distales Drittel                         | 14                                | 12,2    |
| Gesamt                                   | 115                               | 100,0   |

Frakturen im proximalen Femurschaftbereich

17,4% ( n = 20 ) aller Oberschenkelchaftfrakturen waren im proximalen Femurdrittel oder am Übergang vom proximalen zum mittleren Drittel gelegen.

Einen Überblick über die einzelnen Frakturarten und ihren Bezug zum Alter der Patienten gibt Tab. 10.

Tab. 10: Frakturen im proximalen Femurbereich nach Frakturart, Häufigkeit und Durchschnittsalter der Patienten zum Zeitpunkt der Fraktur aufgeschlüsselt ( n = 20 )

| Frakturart                | Anzahl n<br>proximales<br>Drittel | % von<br>n | Durchschnitts-<br>alter in<br>Jahren |
|---------------------------|-----------------------------------|------------|--------------------------------------|
| Querfraktur               | 11                                | 55         | 7,7                                  |
| Schräg/Spiral-<br>fraktur | 5                                 | 25         | 2,5                                  |
| Stück/Trümmer-<br>fraktur | 4                                 | 20         | 7,7                                  |
| Gesamt                    | 20                                | 100        | 6,4                                  |

Die Querfrakturen machen in diesem Bereich mit 55% den höchsten Anteil aus. Das Durchschnittsalter lag bei den Patienten mit dieser Frakturart gleich hoch wie bei denen mit Stückfrakturen und wesentlich höher als das der Kinder mit Schräg- bzw Spiralfrakturen ( 7,7 J gegenüber 2,5 J ).

Zur Dislokation kam es in 95% (n=19) der Frakturen; in 5% (n=1) lag nur eine Knochenfissur vor.

Die bei proximalen Frakturen häufig sehr starke Dislokation wird durch Muskelzug verursacht: Während das proximale Fragment durch den Musculus iliopsoas flektiert und durch die Glutäalmuskeln abduziert und außenrotiert wird, wird das distale Fragment durch die ischiocrurale Muskulatur und die Adduktorengruppe nach proximal und medial gezogen. Je kürzer das proximale Fragment ist, umso ausgeprägter die Dislokation (54).

### Frakturen im mittleren Femurschaftdrittel

66,1% (n=76) aller Oberschenkelchaftfrakturen waren im mittleren Schaftdrittel gelegen.

Tab. 11: Frakturen im mittleren Femurschaftdrittel nach Alter der Patienten, Art der Frakturen und Häufigkeit aufgeschlüsselt ( n = 76 )  
Prozentualer Anteil von n in Klammern ( ) angegeben

| Lebensjahr | Gesamtzahl der Frakturen n | Querfraktur Anzahl n <sub>q</sub> | Schräg/Spiralfraktur Anzahl n <sub>s</sub> | Stück/Trümmerfraktur Anzahl n <sub>t</sub> |
|------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1.         | 7                          | 5 (71,4)                          | 2 (28,6)                                   | - ( )                                      |
| 2. - 3.    | 23                         | 5 (21,7)                          | 18 (78,3)                                  | - ( )                                      |
| 4. - 6.    | 15                         | 8 (53,3)                          | 7 (46,7)                                   | - ( )                                      |
| 7. - 10.   | 22                         | 14 (63,6)                         | 6 (27,3)                                   | 2 (9,1)                                    |
| 11. - 14.  | 9                          | 6 (66,7)                          | 2 (22,2)                                   | 1 (11,1)                                   |
| Gesamt     | 76                         | 38 (50,0)                         | 35 (46,1)                                  | 3 (3,9)                                    |

Bei den Frakturen im mittleren Femurschaftdrittel ist, wenn man die Werte altersunabhängig betrachtet, kein signifikanter Unterschied zwischen der Häufigkeit von Querfrakturen und der von Schräg- bzw Spiralfrakturen zu erkennen.

Auffällig ist allerdings die Tatsache, daß bei Kleinkindern im 2. und 3. LJ die Schräg- und Spiralfrakturen mit 78,3% den höchsten Anteil ausmachen. Als Ursache dafür kann man wohl den Unfallmechanismus sehen, denn gerade in diesem Lebensalter verursachen meist Stürze auf ebener Fläche eine Oberschenkelfraktur. Wenn die Frakturen jedoch durch Stürze aus großer Höhe oder durch Verkehrs-

unfälle verursacht werden, die oft direkte Traumen darstellen, nimmt auch der Anteil der Querfrakturen zu.

Die Dislokation der Frakturfragmente ist im mittleren Schaftbereich meist nicht so groß, wie am proximalen oder distalen Ende, da hier ein Gleichgewicht zwischen den ansetzenden Muskeln besteht. (54) Oft kommt es nur zu einer Seitverschiebung und Kontraktion der Fragmente, wobei die Achsenstellung erhalten bleibt. Bei den hier untersuchten Frakturen kam es in 7,8% (n=6) der Frakturen zu keinerlei Dislokation der Fragmente, bei weiteren 5,3% (n=4) lag nur eine geringfügige Dislokation vor. Die Kinder befanden sich zum Frakturzeitpunkt ausnahmslos im 2. oder 3. Lebensjahr. Bei den restlichen 86,9% lag eine Dislokation in mindestens einer Ebene vor.

#### Frakturen im distalen Femurschaftdrittel

16,5% aller Femurschaftfrakturen (n=19) waren im distalen Drittel oder am Übergang des mittleren zum distalen Drittel gelegen.

Tab. 12: Frakturen im distalen Femurschaftdrittel nach Frakturart, Häufigkeit und Durchschnittsalter aufgeschlüsselt  
n = 19

| Frakturart           | Anzahl distaler Femurschaftfrakturen n | % von n | Durchschnittsalter in Jahren |
|----------------------|----------------------------------------|---------|------------------------------|
| Querfraktur          | 10                                     | 52,6    | 3,5                          |
| Schräg/Spiralfraktur | 8                                      | 42,1    | 4,9                          |
| Stück/Trümmerfraktur | 1                                      | 5,3     | 6,5                          |
| Gesamt               | 19                                     | 100,0   | 4,2                          |

Das niedrigere Durchschnittsalter der Patienten bei den Frakturen im distalen Bereich läßt sich dadurch erklären, daß sich 52,6% (n=10) der Kinder diese Frakturen im Laufe des ersten Lebensjahres zugezogen hatten. Die distalen Femurschaftfrakturen machen in diesem Lebensalter auch 52,6% der gesamten Oberschenkelchaftfrakturen aus, was man wohl auf die Frakturursache, nämlich den Sturz aus der Höhe zurückführen kann. Zu dieser Annahme paßt auch die Tatsache, daß es sich mit Ausnahme von 3 Fällen (30%), wobei zweimal pathologische Frakturen vorlagen, bei allen Säuglingen um distale Stauchungs- oder Wulstfrakturen ohne Dislokation handelte. Bei den älteren Kindern trat in allen Fällen eine Dislokation ein, die meist am distalen Fragment lag, das durch den Musculus gastrocnemius nach dorsal in Flexion gezogen wurde. (54)

#### Zusammenfassung

In der Hauptsache handelte es sich bei den Oberschenkelchaftfrakturen um Querfrakturen (51%), von denen die meisten im mittleren Drittel gelegen waren.

Zu Stück- oder Trümmerfrakturen kam es erst im späteren Kindesalter; insgesamt machten sie 7% der gesamten Oberschenkelfrakturen aus. In 87,5% (n=7) der Fälle waren sie im Rahmen von schweren Verkehrsunfällen entstanden.

Tab. 13 gibt eine zusammenfassende Darstellung der Frakturarten, Lokalisationen und des Durchschnittsalters der Patienten.

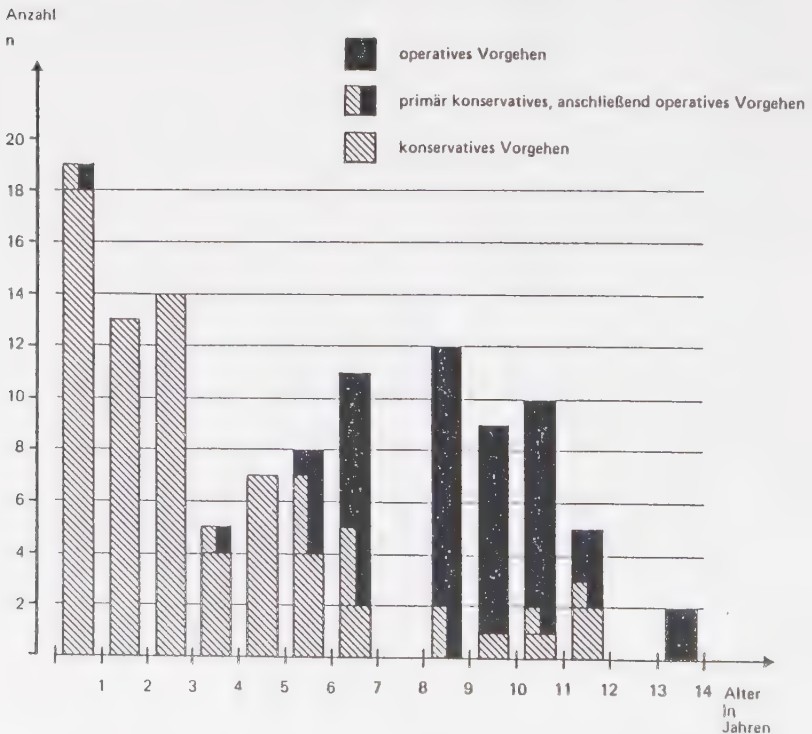
Tab. 13: Zusammenfassung: Frakturlokalisation, Frakturarten, Durchschnittsalter der Patienten zum Zeitpunkt der Fraktur ( n = 115 )

| Lokalisation        | Gesamt                                |               |                                           | Querfraktur                      |               | Schräg/Spiralfraktur                      |                                   |                                           | Stück/Trümmerfraktur             |                                           |     |
|---------------------|---------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|----------------------------------|---------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|-----|
|                     | Gesamt-<br>zahl der<br>Frakturen<br>n | %<br>von<br>n | Durch-<br>schnitts-<br>alter in<br>Jahren | An-<br>zahl in<br>n <sub>q</sub> | %<br>von<br>n | Durch-<br>schnitts-<br>alter in<br>Jahren | An-<br>zahl von<br>n <sub>s</sub> | Durch-<br>schnitts-<br>alter in<br>Jahren | An-<br>zahl in<br>n <sub>t</sub> | Durch-<br>schnitts-<br>alter in<br>Jahren |     |
| Proximärer<br>Femur | 20                                    | 17,4          | 6,4                                       | 11                               | 55,0          | 7,7                                       | 5                                 | 25,0                                      | 4                                | 20,0                                      | 7,7 |
| Mittlerer<br>Femur  | 76                                    | 66,1          | 5,2                                       | 38                               | 50,0          | 6,3                                       | 35                                | 46,1                                      | 3                                | 3,9                                       | 8,5 |
| Distaler<br>Femur   | 19                                    | 16,5          | 4,2                                       | 10                               | 52,6          | 3,5                                       | 8                                 | 42,1                                      | 1                                | 5,3                                       | 6,5 |
| Gesamt              | 115                                   | 100,0         | 5,2                                       | 59                               | 51,3          | 6,1                                       | 48                                | 41,7                                      | 8                                | 7,0                                       | 7,8 |

### 3.4.3. Behandlung von Oberschenkelchaftfrakturen und Frühkomplikationen

56,6% aller Oberschenkelchaftfrakturen wurden rein konservativ behandelt, 43,5% wurden operativ versorgt. Es wurden aber, wie aus Abb. 8 hervorgeht, nur 32% (n=37) der Frakturen primär operativ versorgt, bei den anderen 11,5% (n=13) erfolgte zunächst eine konservative Behandlung, die aber wegen schlechter bzw unzureichender Stellung wieder aufgegeben werden mußte.

Abb. 8: Behandlungsmethoden bei Oberschenkelchaftfrakturen aufgeschlüsselt nach dem Alter der Patienten und konservativem bzw operativem Vorgehen ( n = 115 )



Deutlich wird aus Abb. 8 weiterhin die Altersabhängigkeit des Erfolges einer konservativen Behandlung; während bei Kindern bis zum 5. Lebensjahr (n=58) bei 96,6% (n=56) der Fälle die konservative Therapie allein ausreichend war, war dies bei den älteren Kindern (n=20) nur mehr zu 45% (n=9) der Fall;

d.h. bei über der Hälfte der primär konservativ versorgten Kinder mußte später noch operativ vorgegangen werden.

Von den 37 Frakturen, die primär operativ versorgt worden waren, soll in Tab. 14 kurz die Indikationsstellung dargelegt werden.

Tab. 14: Indikationsstellung bei den primär operativ behandelten Frakturen; ( n = 37 )

| Operationsindikation                              | Alter 6. - 10. LJ |         | Alter 11. - 15. LJ |         | Gesamt |         |
|---------------------------------------------------|-------------------|---------|--------------------|---------|--------|---------|
|                                                   | n                 | % von n | n                  | % von n | n      | % von n |
| Polytrauma; zusätzliches SHF II. oder III. Grades | 7                 | 41,2    | 7                  | 35,0    | 14     | 37,8    |
| Zusätzliche Fraktur an derselben Extremität       | -                 | -       | 5                  | 25,0    | 5      | 13,5    |
| Stück-/Trümmerfraktur                             | 3                 | 17,6    | 1                  | 5,0     | 4      | 10,8    |
| Pathologische Fraktur bei Knochencyste            | 2                 | 11,8    | -                  | -       | 2      | 5,4     |
| Keiner der angegebenen Gründe: Quer/Schrägfraktur | 5                 | 29,4    | 7                  | 35,0    | 12     | 32,5    |
| Gesamt                                            | 17                | 100,0   | 20                 | 100,0   | 37     | 100,0   |

In Tab. 14 wird in eine Gruppe von Kindern bis zum 10. LJ und eine darüber eingeteilt, da ab dem 11. Lebensjahr die spontane Korrekturfähigkeit des Knochens als nicht mehr allzu groß eingeschätzt werden darf und somit ein operatives Vorgehen zum Erreichen einer guten Fragmentstellung eher indiziert ist.

Bei unserem Krankengut zeigte sich hier jedoch nur eine geringe Differenz und es wurden insgesamt in 32,5% (n=12) der Fälle ohne Vorliegen eines der im allgemeinen Teil aufgeführten Operationsgrundes primär operative Verfahren eingeleitet.

#### 3.4.3.1. Die konservative Behandlung und ihre Frühkomplikationen

Zur konservativen Therapie stehen Beckenbeingips und verschiedene Arten von Extensionen zur Verfügung.

In der Kinderklinik der Universität München wurden in den Jahren 1975 - 1981 bis auf eine Drahtextension nur Heftpflasterextensionen und Beckengipse angelegt. Bei einem Säugling (I.S. 31.10.78), der mit einer 4 Wochen alten unbehandelten Fraktur hierher kam, wurde keine Therapie mehr angewandt, da schon starke Kallusbildung eingesetzt hatte. Die in Tab. 15 aufgeführten anderen Drahtextensionen waren alle auswärts angelegt worden und mußten wegen unzureichender Stellung der Frakturfragmente wieder abgehängt werden.

Tab. 15: Primär angewandte konservative Therapie aufgeschlüsselt nach Alter der Patienten, Behandlungsdauer und Anteil der nachuntersuchten Kinder

| Primär konservative Therapie    | Anzahl behandelte Kinder |         | Durchschnittsalter in Jahren | Durchschnittliche Behandlungsdauer in Wochen | Nachuntersuchtes Krankengut |         |
|---------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|---------|
|                                 | n                        | % von n |                              |                                              | n                           | % von n |
| Pflasterextension               | 69                       | 97,2    | 2,9                          | 3,4                                          | 46                          | 67,6    |
| Beckengips                      | 6                        | 7,7     | 6,0                          | 12,7                                         | 3                           | 50,0    |
| Drahtextension                  | 3                        | 3,8     | 9,3                          | 2,0                                          | 3                           | 100,0   |
| Keine Therapie, da bereits fest | 1                        | 1,3     | 0,5                          | entf.                                        | 1                           | 100,0   |
| Gesamt                          | 79                       | 100,0   | 3,4                          | 4,1                                          | 53                          | 67,9    |

### 3.4.3.1.1. Beckenbeingips

Während bei allen operativ behandelten Frakturen primär zur Ruhigstellung bis zur Wundheilung ein Oberschenkelliegegips angelegt wurde, wurde ein Beckenbeingips nach Operation nur bei Verdacht auf ein entzündliches Geschehen im Knochen zusätzlich angelegt; dies war bei 3 Kindern (6% aller operativ behandelten Schaftfrakturen) der Fall.

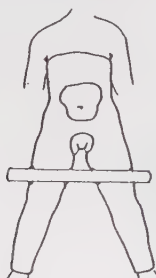
Zweimal wurde nach vorausgehender Extensionsbehandlung wegen verzögerter Frakturheilung (2,9% aller Pflasterextensionen) ein Beckenbeingips angelegt.

Aber nur in 7,7% aller konservativ behandelten Frakturen (Vgl. Tab. 15) wurde ein Beckenbeingips zur alleinigen Ruhigstellung verwendet. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug 12,7 Wochen. Diese lange Dauer ist durch die Tatsache zu erklären, daß nur in 50% der Fälle (n=3) der Gips nach den von SAXER, JONASCH u.a. (24;54) aufgestellten Indikationen angelegt wurde; nach deren Indikationen soll ein Beckenbeingips primär nur zur Ruhigstellung von Grünholzfrakturen, subperiostalen Brüchen und nicht dislozierten Frakturen verwendet werden. Die durchschnittliche Behandlungsdauer dieser Patienten (n=3) betrug nur 5,2 Wochen in unserem Krankengut.

Trotz Dislokation wurde bei einem 10-jährigen Jungen (S.M. 18.8.69) in Österreich ein Beckengips angelegt, der dann hier zur Stellungsverbesserung dreimal gekeilt werden mußte; außerdem kam es durch Druckstellen des Gipses zu einer tiefen Fleischwunde, die aber nach Abnahme des Gipses folgenlos ausheilte.

Auch um dislozierte Frakturen handelte es sich bei den anderen beiden Kindern, die nur mit Beckenbeingips versorgt wurden. Bei dem einen Jungen (H.C. 13.5.72) lag eine pathologische Fraktur nach 5000 rad Bestrahlung eines Ewing Sarkoms vor, der andere Junge (H.F. 2.11.69) litt unter progressiver Muskeldystrophie.

Abb. 9: Beckenbeingips (nach SAXER)



#### 3.4.3.1.2. Heftpflasterextension

Sie hat in der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München die vorrangige Stellung bei der konservativen Behandlung von Schaftfrakturen.

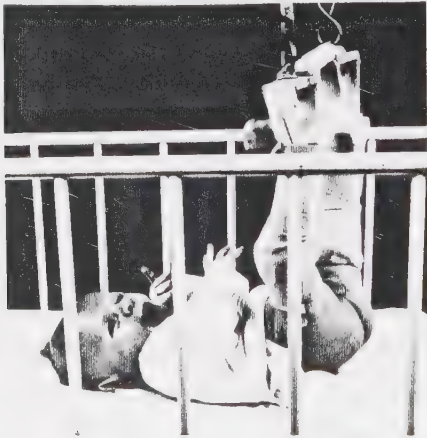
Normalerweise wird eine je nach dem Alter des Kindes modifizierte Overheadextension nach BRYANT angelegt (54).

BEHANDLUNGSTECHNIK: Um Rotationsfehler leicht erkennen und vermeiden zu können, werden verletztes und unverletztes Bein in gleicher Weise extendiert.

Ein ca. 5 cm breiter Heftpflasterstreifen wird U-förmig an beide Beine geklebt und mit einer selbstklebenden elastischen Binde fixiert. Um die Zugvorrichtung befestigen zu können, wird zwischen

Fußsohle und Heftpflasterstreifen ein Holzbrettchen eingelegt. Die beiden Holzbrettchen werden gemeinsam an einem weiteren Holzbrettchen befestigt und die Extension erfolgt vertikal ( Abb. 10 ). Der Zug wird so bemessen, daß sich das Gesäß leicht von der Unterlage abhebt. Bei älteren Kindern wird bei uns darauf verzichtet, das Kind am Oberkörper mit einem Gurt zu fixieren, wie es von anderen Autoren empfohlen wird ( SAXER, WIEDMER u.a. ).

Abb. 10: Heftpflasterextension



Von den primär bei Oberschenkelchaftfrakturen angelegten 68 Heftpflasterextensionen mußten 13,2% (n=9) wegen unzureichender Stellung wieder abgehängt werden und durch eine operative Maßnahme ersetzt werden. Dies geschah durchschnittlich nach 2,4 Wochen, wobei das kürzeste Intervall 1 Woche und das längste 6 Wochen betrug.

Zur Entwicklung von tiefen Wunden oder Nekrosen durch die Pflasterextension kam es bei 3 Kindern mit Oberschenkelschaftfrakturen (4,4%). Bei 2 Kindern (2,9%) heilte die Wunde ohne weiteres nach Abhängen der Extension ab. Bei einem Jungen allerdings (1,5%) (K.R. 15.8.72), der nach 6-wöchiger Overheadextension von auswärts zu uns geschickt wurde, lag nicht nur eine Dislocatio ad longitudinem von 3 cm vor, sondern auch ein Ulcus am proximalen Fußrücken, das bis auf die Beugesehne reichte. Bei ihm mußte neben der operativen Versorgung der Fraktur noch eine Hauttransplantation zur Deckung des Defektes vorgenommen werden.

Von unseren mit Heftpflasterextension versorgten Kindern klagten zwar viele über Juckreiz vom Pflaster, bei 3 Kindern war es auch zu einer starken Follikulitis gekommen, aber der oft erwähnte Nachteil der Pflasterextensionen vor allem bei älteren Kindern, das Entstehen von Nekrosen und tiefen Wunden, trat nur in weniger als 3% aller bei uns angelegten Pflasterextensionen bei Oberschenkelschaftfrakturen auf.

In einem Fall (G.P. 25.3.73) kam es durch eine nicht korrekt angelegte Pflasterextension zu einer Peronäusschädigung auf der nicht frakturierten Seite; nach 2 Wochen wurde die Extension abgehängt und die Fraktur verplattet; die Frakturheilung erfolgte problemlos, allerdings hatte das Mädchen 6 Monate nach dem Unfall noch einen massiven Steppergang. Nach konsequenter krankengymnastischer Behandlung hatte das Mädchen bei unserer Nachuntersuchung (4 Jahre nach dem Unfall) einen völlig unauffälligen Gang und es war nur noch eine minimale Peronäusschwäche nachweisbar.

#### 3.4.3.1.3. Drahtextension

Drahtextensionen verblieben durchschnittlich 2 Wochen; dann wurde die Fraktur operativ versorgt. Zwei der drei Drahtextensionen, die länger als 3 Tage verblieben, waren auswärts angelegt worden. In einem Fall (W.H. 12.3.70) kam es neben der unzureichenden Stellung, die beide Male zu einer operativen Versorgung führte, zu einer Infektion der Bohrdrähte. Eine offene Oberschenkelchaftfraktur bei einem 11-jährigen Mädchen (S.C. 5.11.65) mit einem schweren Schädelhirntrauma wurde bei uns primär mit einer supracondylären Drahtextension versorgt. Nach 2 Wochen wurde verplattet, wobei es zu keinerlei Komplikationen durch Infektionen o.ä. kam (Vgl. Kap. 3.8.).

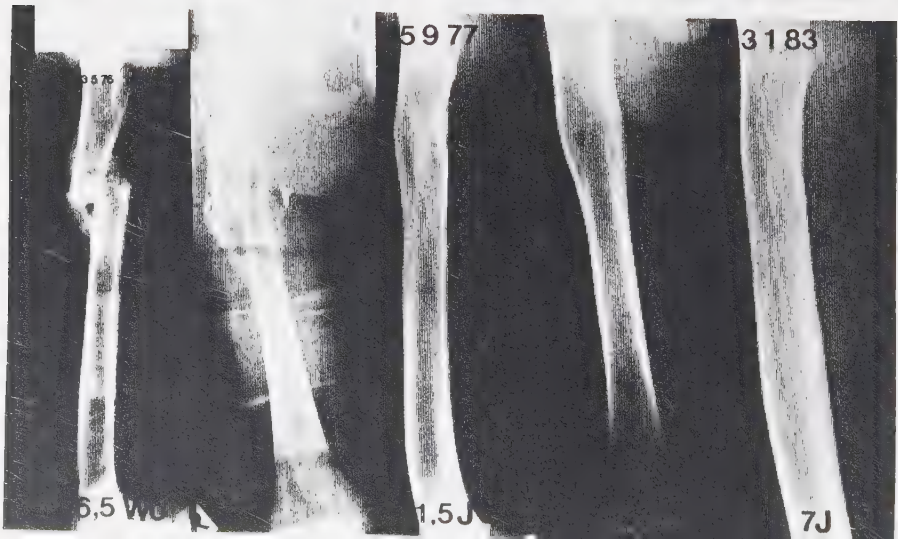
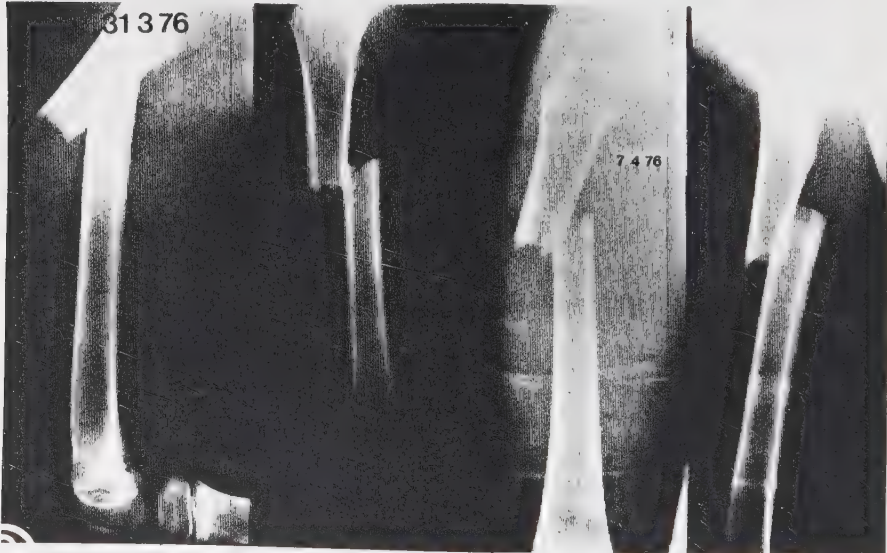
Tab. 16 gibt eine zusammenfassende Darstellung der nach konservativer Behandlung von Oberschenkelchaftfrakturen aufgetretenen Komplikationen.

Tab. 16: Häufigkeit und Art von Frühkomplikationen nach konservativer Behandlung (n=78)

| Frühkomplikationen<br>bei konservativer<br>Behandlung<br>n = 78 | Anzahl n | % von<br>n |
|-----------------------------------------------------------------|----------|------------|
| Unzureichende Stellung Op                                       | 13       | 16,7       |
| Tiefe Hautwunden                                                | 3        | 3,9        |
| Follikulitis                                                    | 3        | 3,9        |
| Bohrdrahtosteomyelitis                                          | 1        | 1,2        |
| Peronäuslähmung                                                 | 1        | 1,2        |
| Keine Frühkomplikationen                                        | 57       | 73,1       |
| Gesamt                                                          | 78       | 100,0      |

So traten bei 26,9% (n=21) aller primär konservativ behandelten Oberschenkelchaftfrakturen Frühkomplikationen auf, die allerdings in ihrem Krankheitswert zum Teil recht unterschiedlich sind. Während Follikulitiden zwar für den betroffenen Patienten auch lästig sind, stellen doch Bohrdrahtosteomyelitis und Peronäusschädigung wesentlich schwerwiegendere Komplikationen dar.

Abb. 12: 3-jähriges Mädchen: Proximale Oberschenkelchaftfraktur;  
6,5 Wochen mit Heftpflasterextension versorgt  
1,5 Jahre n Unf: Keine Stufenbildung; einwandfreier Befund  
7 Jahre n Unf: Völliger Ausgleich der Dislocatio ad latus;  
Kein Hinweis auf Rotationsfehler

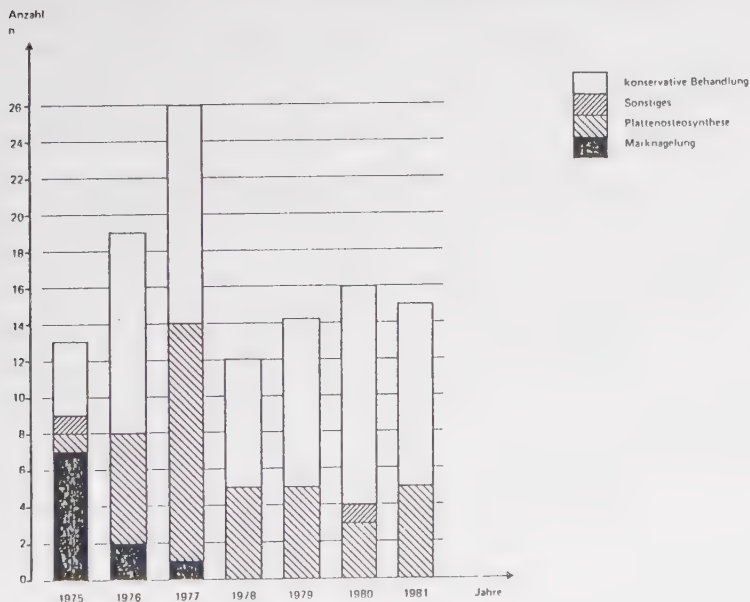


### 3.4.3.2. Operative Verfahren zur Behandlung von Oberschenkel- schaftfrakturen und ihre Frühkomplikationen

An operativen Verfahren (n=49) kamen in dem von uns untersuchten Zeitraum bei Oberschenkelchaftfrakturen zu 95% (n=47) Plattenosteosynthesen (n=37; 75,5%) oder Marknagelungen (n=10; 20,5%) zur Anwendung. Bei einem Säugling wurde eine proximale Schaftfraktur mit intramedullärem Bohrdraht fixiert; bei einem anderen Jungen wurde eine pathologische Fraktur infolge einer Knochencyste mit Zugschrauben versorgt.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Tatsache, daß sich die Operationsverfahren im Laufe der Zeit gewandelt haben, wie aus Abb. 13 ersichtlich ist.

Abb. 13: Behandlung von Oberschenkelchaftfrakturen nach Unfalljahr und Behandlungsart aufgeschlüsselt (n=115)



Während 1975 die Marknagelung fast 80% aller operativen Maßnahmen ausmachte, sank ihr Anteil 1976 auf 25% und 1977 wurde in der Kinderklinik selbst keine Marknagelung mehr vorgenommen, es wurde nur ein auswärts implantierter Nagel entfernt, der massive Schmerzen verursacht hatte.

Weiterhin ist aus Abb. 13 gut ersichtlich, wie der Anteil der operativ behandelten Oberschenkelschaftfrakturen von 69,2% im Jahre 1975 bzw 53,8% im Jahre 1977 zurückging und sich in den letzten Jahren bei einem Wert um die 30-35% einpendelte.

Bei den operativen Therapieverfahren soll in diesem Zusammenhang näher auf die Marknagelung und die Plattenosteosynthese eingegangen werden.

#### 3.4.3.2.1. Marknagelung

Obwohl hier nur ein relativ kleines Kollektiv von 10 auswertbaren Marknagelungen vorliegt, sollen die Ergebnisse dargelegt werden. Tab. 17 gibt eine knappe Übersicht über die behandelten Patienten.

Typisches Anwendungsgebiet für Marknagelungen sind Schaftfrakturen im mittleren Drittel beim Vorliegen von nur zwei Frakturfragmenten und Querfrakturen im ganzen Schaftbereich.

Diese Voraussetzungen waren bei unserem Patientengut in 90% (n=9) erfüllt; in einem Fall (10%) lag ein ausgesprengtes Knochenfragment vor; hier kam es auch zur Entstehung einer Pseudoarthrose, die auf eine Resorption des ausgesprengten Fragmentes zurückgeführt wurde (Vgl. Fall 2<sub>0</sub> ).

Tab. 17: Mit Marknagel versorgte kindliche Oberschenkelshaftfrakturen  
Postoperative Ergebnisse (n=10)

| Patient                  | Frakturart/<br>Lokalisation             | Implanta-<br>tionsau-<br>ßer in Mo | Komplikationen                                                                 | BKS<br>T 38° | Anti-<br>bio-<br>tika | Feld-<br>thera-<br>pie | Faden-<br>granu-<br>lom |
|--------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| 1 S.G. 10J m<br>19.04.64 | Querfrkt<br>pro Drit                    | 7                                  | In 25° Außenrotation ver-<br>heilt; 13 Mo nach Unfall<br>Derotationsosteotomie | -            | +                     | +                      | -                       |
| 2 R.C. 8J m<br>16.07.66  | Querfrkt;<br>ausgespr.<br>Fggn. ml Drit | 4,5                                | Pseudarthrose; 13 Mo Ver-<br>plattung                                          | +            | +                     | +                      | 2                       |
| 3 S.E. 3J m<br>19.07.71  | Spiralfrkt<br>ml Drit                   | 11,5                               | (1 Mo Pfisterextension)<br>Verzögerte Frakturheilung                           | -            | +                     | +                      | -                       |
| 4 T.R. 8J m<br>15.04.69  | Querfrkt<br>ml Drit                     | 3                                  | Frühzeitige Kugelenfernung<br>wg. mass. Schmerzen b. Bel.                      | -            | -                     | -                      | -                       |
| 5 Z.A. 10J m<br>22.11.65 | Schrägfrkt<br>ml Drit                   | 7                                  | (supracond. Femurfrkt andere<br>Seite)<br>Keine                                | -            | -                     | -                      | 1                       |
| 6 S.S. 11J m<br>3.05.63  | Schrägfrkt<br>ml Drit                   | 3,5                                | (supracond. Femurfrkt andere<br>Seite)<br>Keine                                | -            | +                     | +                      | -                       |
| 7 F.G. 6J m<br>7.05.69   | Querfrkt<br>pro Drit                    | 6                                  | (verlätzte Femurschaftfrkt<br>am anderen Bein)<br>Keine                        | -            | -                     | +                      | -                       |
| 8 A.R. 6J m<br>19.01.69  | Schrägfrkt<br>ml Drit                   | 4,5                                | Keine                                                                          | -            | +                     | +                      | -                       |
| 9 E.O. 10J m<br>28.07.65 | Querfrkt<br>ml Drit                     | 0,5                                | Keine                                                                          | -            | -                     | -                      | -                       |
| 10 W.H. 8J m<br>25.06.66 | Querfrkt<br>ml Drit                     | 10,5                               | (gleichseitige offene Tibia-<br>frkt)<br>Keine                                 | +            | +                     | +                      | +                       |

Der Nagel wurde durchschnittlich 6,5 Monate belassen. Die kürzeste Implantationsdauer betrug 3 Monate (Vgl. 4<sub>0</sub>), die längste 11,5 Monate (Vgl. 3<sub>0</sub>) bei verzögerter Frakturheilung.

In Tab. 18 sind die postoperativen Ergebnisse nach Marknagelungen zusammengefaßt.

Tab. 18: Postoperative Ergebnisse nach Marknagelungen (n=10)

| Postoperative Ergebnisse nach Marknagelungen |          |         |
|----------------------------------------------|----------|---------|
|                                              | Anzahl n | % von n |
| Frakturheilungsstörung                       | 3        | 30      |
| BKS ↑, T > 38°                               | 0        | 0       |
| Antibiotikagabe                              | 2        | 20      |
| Fadengranulom                                | 1        | 10      |
| Keine Besonderheiten                         | 4        | 40      |
| Gesamt                                       | 10       | 100     |

Nur 40% dieser Frakturen (n=4) heilten ohne jegliche Komplikationen aus. Bei weiteren 40% (n=4) traten leichtere Störungen auf, bei den restlichen 2 Kindern aber war ein weiterer operativer Eingriff nötig.

1. Fall (Vgl. 1<sub>0</sub>): Bei einem 10-jährigen Mädchen mit einer im proximalen Oberschenkelbereich gelegenen Querfraktur war die Fraktur infolge starken Muskelzuges in 25 Grad Außenrotation verheilt. Es mußte 13 Monate nach dem Unfall eine Derotationsosteotomie vorgenommen werden. Die Fraktur ist dann in einem Innenrotationsfehler von 5 Grad ausgeheilt, der als Dauerfolge verblieben ist.

2. Fall (Vgl. 2<sub>0</sub>): Bei einem 9-jährigen Jungen trat eine der gefürchtetsten Komplikationen der Marknagelung auf, nämlich die Entwicklung einer Pseudoarthrose. Bei einem Verkehrsunfall zog sich der Junge neben einem leichten Schädelhirntrauma eine Oberschenkelquerfraktur im mittleren Schaftdrittel zu, wobei ein Segment abgesprengt war. Nachdem zuerst ein zu dicker Nagel verwendet worden war und so das distale Fragment aufgesprengt wurde, wurde eröffnet und mit einem dünneren Nagel und Chromcat Cerclagen für das ausgesprengte Fragment die offene Marknagelung zufriedenstellend beendet.

Unter zusätzlicher Anwendung von Feldtherapie kam es in den nachfolgenden 4,5 Monaten zu keiner ausreichenden Frakturheilung. Der Nagel wurde entfernt und 1 Monat später mußte wegen der Bildung einer Pseudoarthrose eine Verplattung vorgenommen werden. Die weitere Frakturheilung ging problemlos vonstatten; im Wundbereich kam es zur Entwicklung eines Fadengranuloms. Es wurden weiterhin Antibiotika verordnet und für 5,5 Monate Feldtherapie angewandt. Nach 13 Monaten konnte die Platte wieder entfernt werden.

Bei dem bei der Verplattung resezierten Knochenstück handelte es sich nach Meinung der Pathologen um eine hypertrophe Pseudoarthrosenbildung. Ob die Entstehung der Falschgelenkbildung auf die Resorption des ausgesprengten Fragmentes zurückzuführen ist und in welchem Zusammenhang die Feldtherapie steht, läßt sich zum heutigen Zeitpunkt nicht mehr feststellen.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung hatte der jetzt 16-jährige Junge keinerlei Beschwerden mehr und trieb viel Sport. Die Beinlängendifferenz, die 11 Monate nach der Fraktur 1,5 cm zuungunsten der verletzten Seite betragen hatte, hatte sich auf 0,5 cm verringert, so daß man sagen kann, daß der Bruch trotz der vielen Komplikationen folgenlos ausgeheilt ist, allerdings hat es 18 Monate gedauert.

Abb. 14 zeigt den Heilverlauf einer mit Marknagel versorgten Oberschenkelschaftfraktur bei einem 6-jährigen Jungen (Vgl. 8<sub>0</sub>).

Abb. 14: Marknagelung nach Oberschenkelschaftfraktur im Rahmen eines Polytraumas bei einem 6-jährigen Jungen

Abb. 14 a: Oberschenkelschaftfraktur im mittleren Drittel; Versorgung mit Marknagel



Abb. 14 b: Nach 3 Wochen beginnende Überbauung des Frakturspaltes  
5 Mo n Unfl: Nagelentfernung  
11 Mo n Unfl: Gut verheilte Fraktur; gute Stellung; kein  
größerer Rotationsfehler



### 3.4.3.2.2. Plattenosteosynthese

Den 10 mit Marknägeln versorgten Oberschenkelchaftfrakturen steht ein Vergleichskollektiv von 37 mit Plattenosteosynthese versorgten (nicht pathologischen) Frakturen gegenüber.

Das Krankengut ist in seiner Gesamtheit aus Tab. 19 a - d ersichtlich.

Die Plattenentfernung fand durchschnittlich nach 9 Monaten statt; Die kürzeste Implantationsdauer betrug 4 Monate (Vgl. 14.), die längste 17 Monate (Vgl. 5.) bei stark verzögerter Frakturheilung.

In Tab. 20 sind die postoperativen Ergebnisse nach Plattenosteosynthesen zusammengefaßt.

Tab. 20: Postoperative Ergebnisse nach Plattenosteosynthesen (n=37)

| Postoperative Ergebnisse nach Plattenosteosynthesen |          |              |
|-----------------------------------------------------|----------|--------------|
|                                                     | Anzahl n | % von n = 37 |
| Frakturheilungsstörung                              | 8        | 21,6         |
| BKS ↑, T > 38°, Antibiotikagabe                     | 5        | 13,5         |
| Fadengranulom                                       | 2        | 5,4          |
| Keine Besonderheiten                                | 22       | 59,5         |
| Gesamt                                              | 37       | 100,0        |

Tao. 19 a: Kasuistik mit Plattenosteosynthese versorgter Frakturen

| Patient                  | Frakturart/<br>Lokalisation | Implanta-<br>tionsdauer<br>in Mo | Komplikationen                                                                           | BKS<br>T 38° | Anti-<br>bio-<br>tika | Feld-<br>thera-<br>pie | Faden-<br>granu-<br>lom |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| 1. L.A.93 m<br>18.10.68  | Querrfkt<br>mi Drit         | 1 + 10                           | Refraktur 1 Mo p.Op.: Osteo-<br>myelitis nach Refraktur                                  | +            | +                     | +                      | -                       |
| 2. R.R.83 m<br>10.03.68  | Querrfkt<br>mi-di Drit      | 2 + 7                            | Refraktur 2 Mo p.Op.                                                                     | -            | -                     | -                      | -                       |
| 3. S.M.13m<br>7.09.64    | Querrfkt<br>mi-di Drit      | 8 + 5                            | Refraktur 1 Mo nach Platten-<br>entfernung; V.a. Osteomyelitis<br>nach Reosteosynthese   | +            | +                     | +                      | 2                       |
| 4. K.A.63 m<br>25.08.72  | Schrägrfkt<br>mi Drit       | 9 + 8                            | Refraktur 2 Mo nach Platten-<br>entfernung                                               | +            | +                     | -                      | -                       |
| 5. W.E.83 m<br>12.08.72  | Schrägrfkt<br>mi Drit       | 17                               | V.a. Osteomyelitis bzw asepti-<br>sche Knochennekrose; Ø Op                              | +            | +                     | -                      | -                       |
| 6. A.S.53 m<br>20.12.75  | Querrfkt<br>mi Drit         | 11                               | V.a. Osteomyelitis bzw asepti-<br>sche Knochennekrose; Ø Op<br>( 1 wo Plasterextension ) | +            | +                     | -                      | -                       |
| 7. H.W.83 m<br>17.04.67  | Querrfkt<br>mi Drit         | 9                                | Verzögerte Frakturheilung                                                                | -            | -                     | +                      | -                       |
| 8. A.U.13m<br>27.08.67   | Querrfkt<br>mi Drit         | 13                               | Verzögerte Frakturheilung;<br>gleichseitige Unterschenkelfrk                             | +            | +                     | -                      | -                       |
| 9. S.C.113m<br>5.11.65   | Off. Quer-<br>frkt Bro-mi   | 8,5                              | Keine<br>( 2 wo Drahtextension )                                                         | +            | +                     | -                      | -                       |
| 10. F.O.53 m<br>30.04.75 | Querrfkt<br>mi Drit         | 8                                | Keine                                                                                    | +            | +                     | -                      | -                       |

Tab. 19 b: Kasuistik mit Plattenosteosynthese versorgter Frakturen

| Patient                  | Frakturart/<br>Lokalisation | Implanta-<br>tionsdauer<br>in Mo | Komplikationen                                                          | BKS<br>T <sub>38</sub> | Anti-<br>bio-<br>tika | Feld-<br>the-<br>ra-<br>pie | Faden-<br>grau-<br>lohn |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 11. R-S.10Jm<br>15.11.67 | Stückfrkt<br>pro-mi Drit    | 5                                | Keine                                                                   | +                      | -                     | +                           | -                       |
| 12. M-S.10Jm<br>25.05.67 | Querfrkt<br>mi Drit         | 6,5                              | Keine                                                                   | +                      | -                     | +                           | -                       |
| 13. B-I.10Jw<br>18.09.66 | Querfrkt<br>pro-mi Drit     | 4,5                              | Keine                                                                   | -                      | -                     | -                           | 5                       |
| 14. B-G.6J m<br>17.11.68 | Stückfrkt<br>mi Drit        | 4                                | Keine                                                                   | -                      | -                     | +                           | -                       |
| 15. K-R.5J m<br>15.06.72 | Querfrkt<br>mi Drit         | 6                                | Keine ( 6 Wo Pflasterexten-<br>sion )                                   | -                      | -                     | +                           | -                       |
| 16. F-G.6J m<br>7.05.69  | Stückfrkt<br>pro Drit       | 6                                | Keine ( am anderen Oberschen-<br>kel mit Marknagel versorgte<br>Fraktur | -                      | -                     | +                           | -                       |
| 17. S-C.11Jw<br>5.11.65  | Spiralfrkt<br>mi-di Drit    | 7                                | Keine ( 1 Wo Drahtextension )                                           | -                      | -                     | -                           | 1                       |
| 18. P-T.5J w<br>17.05.72 | Stückfrkt<br>pro-mi Drit    | 6                                | Keine ( 4 Wo Pflasterexten-<br>sion                                     | -                      | +                     | -                           | -                       |
| 19. H-A.9J m<br>5.12.67  | Querfrkt<br>mi Drit         | 6                                | Fissur ohne Plattenbruch bei<br>Sturz 3 Mo p.Op.                        | -                      | -                     | -                           | -                       |
| 20. B-S.10Jm<br>10.02.69 | Trümmerfrkt<br>mi Drit      | 8                                | Keine ( 1,5 Wo Pflasterexten-<br>sion )                                 | -                      | -                     | -                           | -                       |

Tab. 19 c: Kasuistik mit Plattenosteosynthese versorgter Frakturen

| Patient                   | Frakturart/<br>Lokalisation | Implanta-<br>tionsdau-<br>er in Mo | Komplikationen                                            | AKS<br>I 380 | Anti-<br>bio-<br>tika | Feld-<br>thera-<br>pie | Faden-<br>granu-<br>lom |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| 21. M.A. 10Jm<br>21.12.67 | Querfrkt<br>mi Drit         | 12                                 | Keine                                                     | -            | -                     | -                      | -                       |
| 22. A.T. 6J w<br>28.02.71 | Trümmerfrkt<br>di Drit      | 5,5                                | Keine                                                     | -            | -                     | -                      | -                       |
| 23. G.O. 8J w<br>16.08.68 | Stückfrkt<br>pro-mi Drit    | 8                                  | Keine                                                     | -            | -                     | -                      | -                       |
| 24. J.H. 6J m<br>12.03.70 | Trümmerfrkt<br>mi Drit      | 8,5                                | Keine ( 3 uo Drahtextension<br>mit Infektion der Drähte ) | -            | -                     | -                      | -                       |
| 25. V.E. 6J m<br>7.04.71  | Spitalfrkt<br>mi Drit       | 7                                  | Keine ( 2 uo Pflasterexten-<br>sion )                     | -            | -                     | -                      | -                       |
| 26. E.L. 11Jw<br>4.09.69  | Schägrfrkt<br>mi-di Drit    | 13                                 | Keine ( gleichseitige offene<br>Unterarmkelfraktur )      | -            | -                     | -                      | -                       |
| 27. G.I. 10Jw<br>2.04.66  | Querfrkt<br>mi Drit         | 10,5                               | Peronäusschädigung; gleich-<br>seitige Unterarmkelfrkt    | -            | -                     | -                      | -                       |
| 28. S.A. 9J m<br>25.04.68 | Querfrkt<br>mi Drit         | 6,5                                | Keine ( sek. Wundheilung an<br>Osteotomiestelle )         | -            | -                     | -                      | -                       |
| 29. M.H. 8J m<br>31.03.69 | Querfrkt<br>mi Drit         | 10,5                               | Keine ( 2 uo Pflasterexten-<br>sion )                     | -            | -                     | -                      | -                       |
| 30. S.B. 10Jw<br>10.06.71 | Querfrkt<br>mi Drit         | 11                                 | Keine                                                     | -            | -                     | -                      | -                       |

Tab. 19 d: Kasuistik mit Plattenosteosynthese versorgter Frakturen

| Patient                  | Frakturart/<br>Lokalisation | Implanta-<br>tionsan-<br>zahl in Mo | Komplikationen                        | BMS<br>T 360 | Anti-<br>bio-<br>tika | Feld-<br>thera-<br>pie | Faden-<br>Granu-<br>lom |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| 31. G.P.6J w<br>25.03.73 | Querfrkt<br>mi Drit         | 7                                   | Keine ( 2 wo Pflesterexten-<br>sion ) | -            | -                     | -                      | -                       |
| 32. P.B.6J m<br>13.01.71 | Querfrkt<br>di Drit         | 7                                   | Keine                                 | -            | -                     | -                      | -                       |
| 33. M.P.9J w<br>15.05.69 | Querfrkt<br>mi Drit         | 7                                   | Keine                                 | -            | -                     | -                      | -                       |
| 34. K.M.8J m<br>27.07.70 | Querfrkt<br>mi Drit         | 5                                   | Keine ( 1 wo Pflesterexten-<br>sion ) | -            | -                     | -                      | -                       |
| 35. C.G.9J w<br>12.06.71 | Spiralfrkt<br>mi Drit       | 12                                  | Keine                                 | -            | -                     | -                      | -                       |
| 36. P.S.9J w<br>8.04.71  | Querfrkt<br>mi Drit         | 12                                  | Keine                                 | -            | -                     | -                      | -                       |
| 37. I.S.6J m<br>4.11.72  | Querfrkt<br>mi Drit         | 8                                   | Keine                                 | -            | -                     | -                      | -                       |

Wie aus Tab. 20 ersichtlich ist, kam es bei 29 Kindern (78,4%) zu keinerlei Komplikationen bezüglich der Frakturheilung; bei 8 Kindern (Vgl. 1. - 8.) (21,6%) traten Komplikationen durch Refrakturen, Infektionen oder anderweitig verzögerte Frakturheilung auf (s.u.).

Bei 5 Kindern (13,5%) mußten Antibiotika verordnet werden oder es war zu einer Beschleunigung der BKS und einer Temperaturerhöhung über 38° C gekommen.

Fadengranulome entwickelten sich bei 2 Kindern, die sonst keine Komplikationen hatten; ein weiteres trat nach der erneuten Verplattung einer Refraktur auf ( $n_{\text{Ges}} = 3$ ; 8,1% ).

Frakturheilungsstörungen ( $n=8$ ; 21,6%)

Bei 2 Kindern (Vgl. 7., 8.) war die Frakturheilung ohne Hinweis auf ein entzündliches Geschehen verzögert.

Bei zwei weiteren Kindern (Vgl. 5., 6.) wurde aufgrund der verzögerten Frakturheilung, des Temperaturanstieges, der Beschleunigung der BKS und des Röntgenbefundes der Verdacht auf das Vorliegen einer Osteomyelitis oder einer aseptischen Knochennekrose geäußert. In beiden Fällen kam es jedoch ohne operative Intervention zur Ausheilung der Fraktur und der Verdacht konnte nicht bestätigt werden.

Zur Refraktur kam es bei 4 Kindern. Nach erneuter Verplattung war hier die Komplikationsrate besonders hoch (75%):

Nur bei einem Jungen (Vgl. 2.), der 2 Monate nach Verplattung erneut gestürzt war und sich dabei einen Plattenbruch mit Re-

fraktur zugezogen hatte, kam es nach erneuter Verplattung zu komplikationsloser Frakturheilung.

Bei 2 Kindern (Vgl. 3,4) trat 1 bzw. 2 Monate nach Plattenentfernung bei einem Sturz eine Refraktur ein. In beiden Fällen war die Frakturheilung verzögert; bei Nr. 3 wurde der Verdacht auf eine Osteomyelitis geäußert, konnte aber nicht bestätigt werden.

Abb. 15 zeigt den Heilverlauf bei einem Jungen (Vgl. 1), der sich nach einmonatiger Verplattung eine Refraktur mit Plattenausriß und nachfolgender Osteomyelitis zugezogen hatte.

Abb. 15: Heilverlauf bei einem 9-jährigen Jungen: verplattete Oberschenkelchaftfraktur

15 a: Fraktur und Verplattung

15 b,c: Nach 1 Monat Refraktur mit Plattenausriß; nach erneuter Verplattung eitrige Osteomyelitis mit Sequesterbildung; mehrmalige Spongiosaplastik; nach 4 Mo Schraubenentfernung im entzündeten Frakturbereich

15 d,e: Nach 6 Mo allmähliche Konsolidierung; 10,5 Mo nach Reosteosynthese Materialentfernung und Spongiosaplastik 5 J n Unfall: Gutes Behandlungsergebnis, kein Hinweis auf Osteomyelitis; subjektiv beschwerdefrei

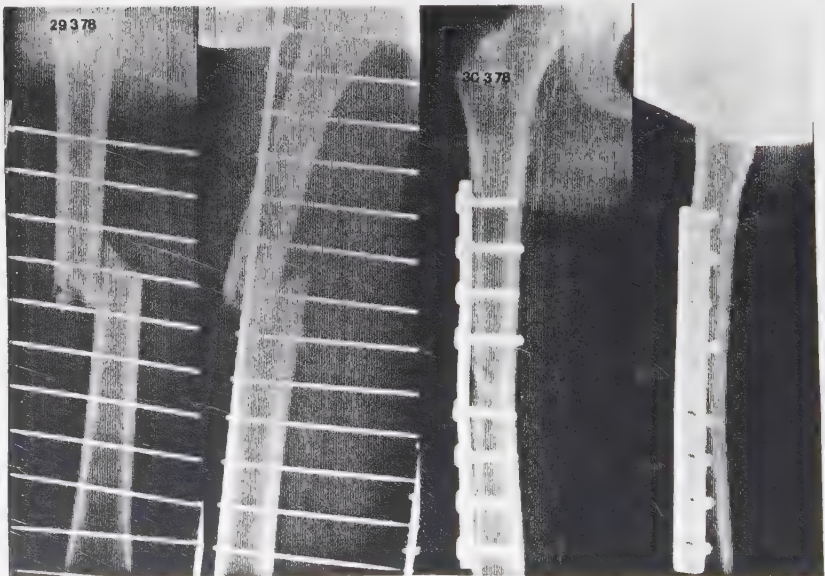


Abb.  
15 a

Abb. 15 b

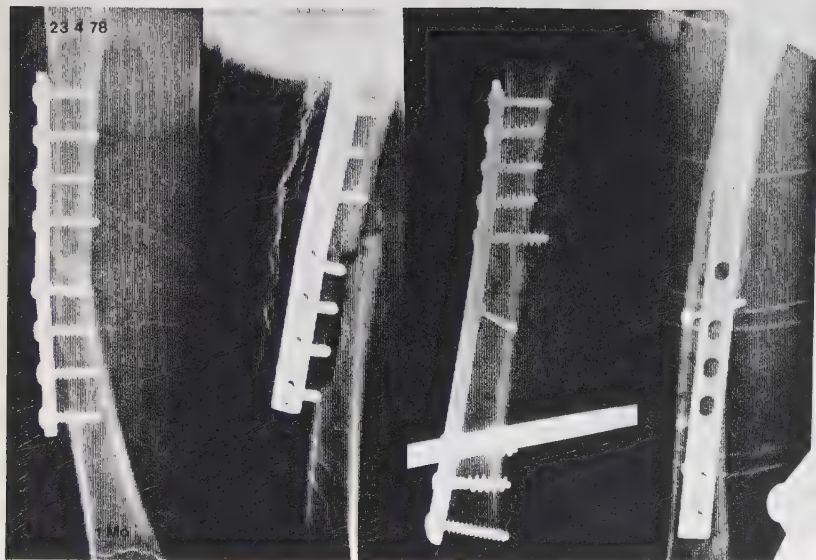


Abb. 15 c

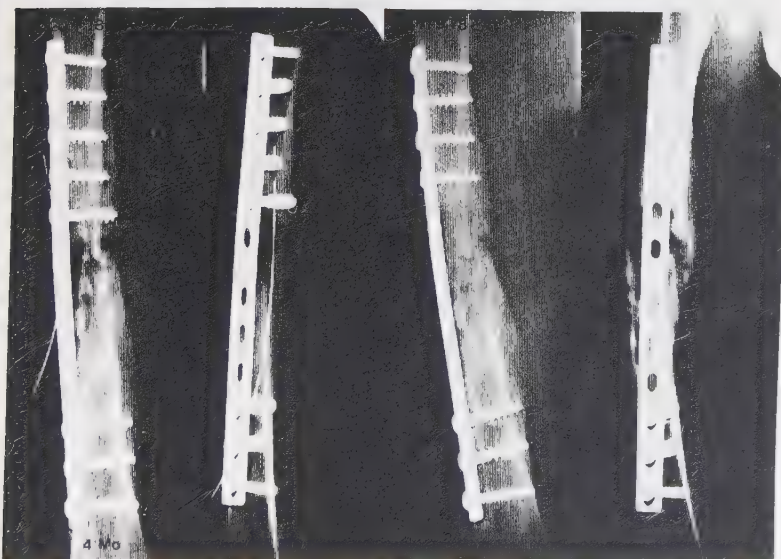


Abb. 15 d

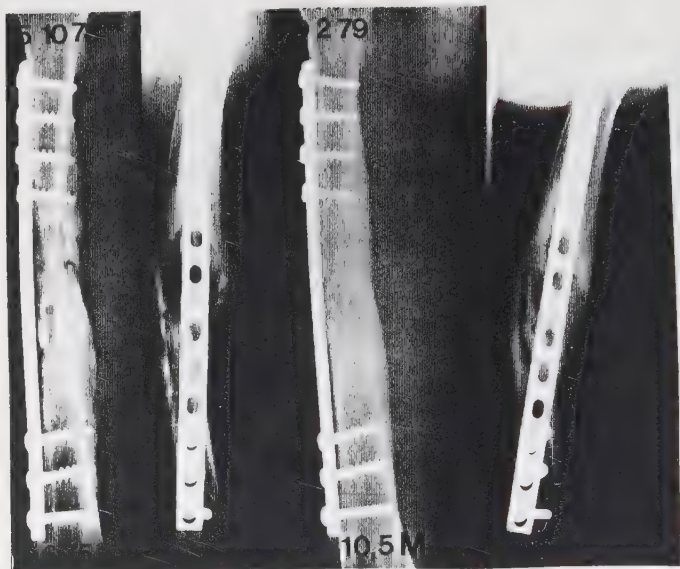


Abb. 15 e

### 3.4.3.3. Anwendung von Feldtherapie

Bei 29,8% (n=14) der operativ behandelten nicht pathologischen Schaftfrakturen wurde Feldtherapie angewandt. Dies geschah bei 70% (n=7) aller Marknagelungen und bei 18,4% (n=7) aller Verplattungen.

Dieser Unterschied in der Anwendungshäufigkeit bei den einzelnen Behandlungsmethoden läßt sich dadurch erklären, daß Feldtherapie zur Behandlung von Oberschenkelfrakturen bei unserem Krankengut nur in den Jahren 1975 - 1977 verwendet wurde. Im Jahre 1975 fanden dabei 64,3% (n=9), 1976 7,1% (n=1) und 1977 28,6% (n=4) aller Anwendungen statt, d.h. die Feldtherapie wurde vor allem in einem Zeitraum verwendet, in dem auch die Marknagelung verwendet wurde.

Über das Wirkungsprinzip und die Behandlungsergebnisse soll in einem eigenen Kapitel anhand der Gesamtzahl der untersuchten Anwendungen berichtet werden.

### 3.4.3.4. Zusammenfassung

56,6% (n=65) aller Oberschenkelfrakturen wurden rein konservativ, 43,5% (n=50) operativ versorgt. Bei der konservativen Therapie stand die Pflasterextension im Vordergrund. Bei der operativen Therapie wurde in den Jahren 1975 - 1977 die Marknagelung von der Plattenosteosynthese abgelöst und schließlich ganz verdrängt. Bei der konservativen Behandlung mittels Pflasterextension traten Frühkomplikationen vor allem in Form von Hautnekrosen in Erscheinung. Außerdem zeigte sich, daß bei älteren Kindern eine primär konservative Therapie häufig wegen unzureichender Stellung wieder abgebrochen und durch ein operatives Vorgehen ersetzt werden muß.

Bei der operativen Therapie zeigt Tab. 21 einen Vergleich der postoperativen Komplikationen bei Marknagelung und Plattenosteosynthese.

Tab. 21: Postoperative Komplikationen nach Marknagelung und Plattenosteosynthese

| Postoperative Komplikationen                                                      | Marknagelung<br>n=10 | Plattenosteosynthese<br>n=37 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|
| Osteomyelitis                                                                     |                      |                              |
| sicher                                                                            | -                    | 1                            |
| fraglich                                                                          | -                    | 3                            |
| Verzögerte Frakturheilung                                                         | 1                    | 7                            |
| Refrakturen                                                                       |                      |                              |
| Fissur ohne Plattenbruch                                                          | entf                 | 1                            |
| Plattenbruch                                                                      | entf                 | 2                            |
| Refraktur nach Plattenentfernung                                                  | entf                 | 2                            |
| Pseudoarthrose                                                                    | 1                    | -                            |
| Massive Fehlstellung<br>( Rotationsfehler )                                       | 1                    | -                            |
| Anzahl der Kinder mit aufgetretenen postoperativen Komplikationen; ( Häufigkeit ) | 3 (30%)              | 9 (24,3%)                    |

Der Vergleich der Häufigkeiten postoperativer Komplikationen bei beiden Behandlungsmethoden ist aufgrund der unterschiedlichen Kollektivgröße sehr schwierig. Ersichtlich aber ist, daß die Gefahr einer Refraktur nach Plattenosteosynthese bei zu frühzeitiger Belastung erheblich höher als bei Marknagelungen ist. Bei der Marknagelung hingegen besteht die Gefahr einer Pseudoarthrose; Ursache hierfür ist wohl wie beim Erwachsenen eine zu spät einsetzende Belastung. Leider ist dies in unserem Krankengut aufgrund fehlender Aufzeichnungen nicht mehr nachvollziehbar.

### 3.4.4. Spätergebnisse

#### 3.4.4.1. Subjektive Beschwerden

Von den 80 Patienten mit 81 Oberschenkelchaftfrakturen waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 80,2% (n=65) völlig beschwerdefrei.

Tab. 22 gibt die Art und Häufigkeit subjektiver Beschwerden nach Femurschaftfrakturen nach Behandlungsmethoden aufgeschlüsselt wieder.

Am häufigsten (86,7%;n=11) klagten die Kinder über Beschwerden beim Witterungswechsel; über frühzeitiges Ermüden klagten 37,5% (n=6) der Kinder, bei denen Beschwerden vorlagen. Schmerzen bei Belastung verspürten nur 25% (n=4) der Kinder mit subjektiven Beschwerden. Da einige Kinder mehrere Beschwerden aufwiesen ist die Gesamthäufigkeit größer als 100%.

Aus Tab. 22 ist weiterhin ersichtlich, daß nach konservativer Behandlung subjektive Beschwerden nur bei 11,9% (n=5) der untersuchten Kinder auftraten gegenüber 28,2% (n=11) bei operativem Vorgehen. Die meisten der konservativ behandelten Kinder konnten nicht einmal mehr die verletzte Seite angeben, was wohl als sicheres Zeichen dafür zu werten ist, daß wirklich keine Beschwerden mehr vorlagen. Der höhere Prozentsatz bei der operativen Behandlung ist sicher nicht nur auf das operative Vorgehen an sich zurückzuführen, sondern auch auf die Tatsache, daß die Kinder im Durchschnitt älter waren und es sich meist um schwerere Unfälle mit Zusatzverletzungen handelte. Nach Marknagelungen traten zu 42,9% (n=3) und nach Plattenosteosynthesen zu 25% (n=8) subjektive Beschwerden auf.

Tab. 22: Subjektive Beschwerden nach Femurschaftfrakturen nach Häufigkeit und Behandlungsmethode aufgeschlüsselt (n=81)

| Subjektive Beschwerden nach Femurschaftfrakturen ( n = 81 ) |                                   |                         |                                    |           |                                               |      |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|------|
| Behandlungsmethode                                          | Beschwerden bei Witterungswechsel | Schmerzen bei Belastung | Frühzeitiges Ermüden bei Belastung | Sonstiges | Anzahl der Kinder mit Beschwerden n = % von n |      |
| Fluorosterextension n=30                                    | 3                                 | 1                       | 1                                  | 1         | 5                                             | 13,2 |
| Beckengips n=3                                              | -                                 | -                       | -                                  | -         | -                                             | -    |
| Keine Therapie n=1                                          | -                                 | -                       | -                                  | -         | -                                             | -    |
| Konservativ gesamt n=42                                     | 3                                 | 1                       | 1                                  | 1         | 5                                             | 11,9 |
| Marknagelung n=7                                            | 2                                 | 1                       | 1                                  | 1         | 3                                             | 42,9 |
| Platten-OS n=32                                             | 6                                 | 2                       | 4                                  | 4         | 8                                             | 25,0 |
| Operativ gesamt n=39                                        | 8                                 | 3                       | 5                                  | 5         | 11                                            | 28,2 |
| Gesamt n=81                                                 | 11                                | 4                       | 6                                  | 6         | 16                                            | 19,8 |

#### 3.4.4.2 Gangstörungen

Gangstörungen ließen sich nur bei 5 wegen einer Oberschenkel-schaftfraktur versorgten Patienten herstellen; ein Zusammenhang mit der Oberschenkel-schaftfraktur konnte jedoch nur bei 3 Kindern (3,7%) hergestellt werden. Alle drei Kinder waren operativ behandelt worden (7,7% aller operativ behandelten, nachuntersuchten Kinder).

Bei 3 Kindern wurden wir von den Eltern auf ein kaum merkliches Hinken hingewiesen. Bei 2 Kindern lag eine bisher nicht bekannte Längendifferenz von 2 cm vor, bei dem dritten Kind (M.G. 12.5.74) lag zwar nur eine Längendifferenz von 1 cm vor, aber gleichzeitig bestand bei dem Jungen eine Streckhemmung im Kniegelenk seit früher Kindheit.

2 Kinder fielen durch massive Gangstörungen auf:

1.Fall: 5<sub>0</sub> Z.A.: Ohne Schuhe fiel bei dem jetzt 17-jährigen Jungen ein massives Verkürzungshinken auf. Er hatte sich bei dem Unfall neben der mit Marknagelung versorgten Schrägfraktur in Schaftmitte eine supracondyläre Femurfraktur mit Epiphysenbeteiligung am anderen Bein zugezogen. Danach war es zum partiellen Fugenschluß gekommen, der eine starke Achsenabweichung und Verkürzung der betroffenen Extremität zur Folge hatte. Insgesamt resultierte eine Längendifferenz von 9,5 cm, die mit einem orthopädischen Schuh versorgt ist. (Vgl. 3.5. Distale Femurfrakturen)

2.Fall: 27. G.I.: Bei einem schweren Verkehrsunfall hatte sich das Mädchen neben einem SHT III<sup>0</sup> und einer offenen Unterschenkel-fraktur rechts am selben Bein eine Oberschenkel-fraktur im Schaft-

bereich zugezogen, die sofort verplattet wurde. Im Verlauf der Frakturheilung kam es zu einer Einmauerung des Nervus peronäus communis im Oberschenkelbereich durch Kallusgewebe. Zusätzlich lag eine Peronäusschädigung im Unterschenkelbereich vor. So verblieb trotz zweimaliger Neurolyse eine partielle Peronäusparese, die sich beim Laufen durch einen typischen Steppergang mit Aufsetzen der Zehen ohne Abrollen des Fußes manifestierte. Außerdem war es zur starken Atrophie des Musculus tibialis anterior gekommen. Eine Bewegungseinschränkung im Fußgelenk lag auch vor.

Darüber hinaus wiesen uns die Eltern bei einigen Kindern noch auf Gangstörungen wie "Ein Gang wie Charly Chaplin", "Watschelgang" u.ä. hin. Ursache dafür waren meist Deformierungen des Fußskeletts, wie Plattfüße, Knick- Senkfüße u.ä.. Diese Kinder wurden von uns in orthopädische Behandlung überwiesen; dies war bei 9 Kindern (11,1%) der Fall.

#### 3.4.4.3. Neurologische Ausfälle

Neurologische Ausfälle bestanden zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nur mehr bei einem Mädchen (G.I.), deren Krankheitsverlauf unter 3.4.4.2. beschrieben ist (1,2%).

#### 3.4.4.4. Hautbeschaffenheit

Die Hautverhältnisse der verletzten Extremität waren bei allen nachuntersuchten Patienten einwandfrei. Auch arterielle oder venöse Durchblutungsstörungen konnten in keinem Fall nachgewiesen werden.

Die Narbe war bei allen Kindern reizlos und machte keinerlei Beschwerden; allerdings war es bei 6 Kindern (15,4% der operativ

versorgten Kinder) im Rahmen einer meist primär gestörten Wundheilung z.B. durch Fadengranulome zu einer stark überschüssigen Narbenbildung gekommen. Bei diesen Kindern war entweder bereits eine Narbenkorrektur vorgenommen worden oder wurde jetzt vereinbart.

#### 3.4.4.5. Prüfung der Gelenkfunktionen

Einschränkungen der Beweglichkeit, die  $5^{\circ}$  überschritten, fanden sich nur bei 4 Kindern, wobei bei einem Jungen (M.G. vgl. 3.4.4.2.) die Streckhemmung im Kniegelenk schon vor der Fraktur bestanden hatte. Es blieben also 3 Kinder (3,7%), bei denen die Bewegungseinschränkung im Rahmen von Oberschenkelfrakturen aufgetreten waren.

1.Fall: F.G. ( $7^{\circ}$ ; 16.): Der Junge hatte sich beidseits eine proximale Oberschenkelchaftfraktur zugezogen, die rechts mit Plattenosteosynthese (Stückfraktur) und links mit Marknagelung (Querfraktur) versorgt worden war. Auf der mit Marknagel versorgten Seite fand sich jetzt eine Einschränkung der Außenrotation im Hüftgelenk um  $15^{\circ}$  gegenüber der anderen Seite. Diese Tatsache läßt sich zum Teil durch eine Überbeweglichkeit rechts erklären. Radiologisch ließ sich kein Hinweis auf einen Rotationsfehler finden.

2.Fall: Z.K. (9.9.73): Der Junge war im Alter von 2 Jahren wegen einer dislozierten Schrägfraktur in Schaftmitte 6 Wochen mit Heftpflasterextension versorgt worden. Bei ihm fanden wir 7 Jahre nach der Fraktur eine Einschränkung der Adduktion im Hüftgelenk der verletzten Seite um  $10^{\circ}$ .

3.Fall: A.U. (8.): Der Junge hatte sich bei einem Verkehrsunfall neben einer distalen Femurschaftfraktur eine proximale Tibiafraktur am selben Bein zugezogen. Jetzt bestand ein Beuge-defizit von  $10^{\circ}$  im Kniegelenk der betroffenen Seite.

#### 3.4.4.6. Dislocatio ad peripheriam

Eine verstärkte Außenrotation oder Innenrotation beim Stehen oder beim Liegen fand sich bei 4 Kindern (5%). Zwei davon waren operativ, die anderen beiden konservativ behandelt worden. Die Differenz überschritt in keinem Fall  $10^{\circ}$ .

#### 3.4.4.7. Varus/Valgusfehlstellung

Nur bei einem Kind war es zu einer klinisch meßbaren vermehrten Valgisierung im Kniebereich nach einer Oberschenkelchaftfraktur gekommen (1,2%). Dies war bei dem schon unter 2.4.4.5. erwähnten Jungen (A.U.) der Fall. Sie betrug hier  $15^{\circ}$ .

Insgesamt waren bei 18,5% (n=15) aller nachuntersuchten Kinder auffällige klinische Befunde zu erheben (Beinlängendifferenzen wurden hier nicht berücksichtigt); 30,8% (n=12) traten bei operativ versorgten Frakturen auf, 7,2% (n=3) bei konservativ versorgten.

Tab. 23 gibt eine Zusammenfassung der klinischen Befunde nach Oberschenkelchaftfrakturen - ausgenommen Beinlängendifferenzen.

Tab. 23: Zusammenfassung des klinischen Befundes  
(n=81)

| Zusammenfassung des klinischen Befundes ( n = 81 ) |                                                          |     |                                                       |      |                                          |      |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------|------|------------------------------------------|------|
| Klinischer Befund                                  | Konservatives<br>Vorgehen n=42<br>n <sup>1</sup> % von n |     | Operatives<br>Vorgehen n=39<br>n <sup>1</sup> % von n |      | Gesamt<br>n=81<br>n <sup>1</sup> % von n |      |
| Gangstörungen                                      |                                                          |     |                                                       |      |                                          |      |
| Verkürzungshinken                                  | -                                                        | -   | 2                                                     | 5,1  | 2                                        | 2,5  |
| Steppergang                                        | -                                                        | -   | 1                                                     | 2,6  | 1                                        | 1,2  |
| Neurologische Ausfälle                             | -                                                        | -   | 1                                                     | 2,6  | 1                                        | 1,2  |
| Überschüssige Narben-<br>bildung                   | -                                                        | -   | 6                                                     | 15,4 | 6                                        | 7,4  |
| Bewegungseinschränkung                             |                                                          |     |                                                       |      |                                          |      |
| Hüftgelenk                                         | 1                                                        | 2,4 | 1                                                     | 2,6  | 2                                        | 2,5  |
| Kniegelenk                                         | -                                                        | -   | 1                                                     | 2,6  | 1                                        | 1,2  |
| Dislocatio ad peri-<br>pherium                     |                                                          |     |                                                       |      |                                          |      |
| Außenrotation                                      | 1                                                        | 2,4 | 1                                                     | 2,6  | 2                                        | 2,5  |
| Innenrotation                                      | 1                                                        | 2,4 | 1                                                     | 2,6  | 2                                        | 2,5  |
| Dislocatio ad axim                                 |                                                          |     |                                                       |      |                                          |      |
| Varisierung                                        | -                                                        | -   | -                                                     | -    | -                                        | -    |
| Valgisierung                                       | -                                                        | -   | 1                                                     | 2,6  | 1                                        | 1,2  |
| Gesamtzahl betroffener<br>Kinder                   | 3                                                        | 7,2 | 12                                                    | 30,8 | 15                                       | 18,5 |
| Gesamtzahl erhobener<br>Befunde                    | 3                                                        | 7,2 | 15                                                    | 30,5 | 18                                       | 22,2 |

### 3.4.4.8. Beinlängendifferenzen

Von den 81 nachuntersuchten Oberschenkelchaftfrakturen konnten nur 72 (88,9%) bezüglich Beinlängenveränderungen miteinander verglichen werden, da bei den anderen entweder 2 Oberschenkelfrakturen oder eine zusätzliche Unterschenkelfraktur vorlag. Weiterhin nicht berücksichtigt ist der Junge, bei dem schon von Geburt an eine Beinlängendifferenz bestanden hatte und bei dem gleichzeitig eine Streckhemmung im Kniegelenk vorlag.

So wurden also die Beinlängenmessungen von 97,6% (n=41) der konservativ behandelten Kinder und von 79,5% (n=31) der operativ behandelten Kinder ausgewertet. Eine zusammenfassende Darstellung der gemessenen Werte gibt Tab. 24.

Tab. 24: Ergebnisse der Beinlängenmessung nach Behandlungsart und Häufigkeit aufgeschlüsselt (n=72)

| Beinlängendifferenzen<br>(cm) | Konservatives<br>Vorgehen |                  | Operatives<br>Vorgehen |                   | Gesamt |                 |
|-------------------------------|---------------------------|------------------|------------------------|-------------------|--------|-----------------|
|                               | n'                        | % von<br>n' = 41 | n''                    | % von<br>n'' = 31 | n      | % von<br>n = 72 |
| Verkürzung                    |                           |                  |                        |                   |        |                 |
| - 1,5 bis - 1,1               | 1                         | 2,4              | -                      | -                 | 1      | 1,4             |
| - 1,0 bis - 0,6               | 1                         | 2,4              | -                      | -                 | 1      | 1,4             |
| - 0,5 bis - 0,1               | 2                         | 4,8              | 2                      | 6,5               | 4      | 5,6             |
| Gesamt                        | 4                         | 9,6              | 2                      | 6,5               | 6      | 8,4             |
| Keine LD                      | 25                        | 61,1             | 7                      | 22,6              | 32     | 44,4            |
| Verlängerung                  |                           |                  |                        |                   |        |                 |
| 0,1 bis 0,5                   | 11                        | 26,9             | 3                      | 9,7               | 14     | 19,6            |
| 0,6 bis 1,0                   | 1                         | 2,4              | 6                      | 19,3              | 7      | 9,7             |
| 1,1 bis 1,5                   | -                         | -                | 4                      | 12,9              | 4      | 5,6             |
| 1,6 bis 2,0                   | -                         | -                | 7                      | 22,6              | 7      | 9,7             |
| 2,1 bis 2,5                   | -                         | -                | 1                      | 3,2               | 1      | 1,3             |
| 2,6 bis 3,0                   | -                         | -                | 1                      | 3,2               | 1      | 1,3             |
| Gesamt                        | 12                        | 29,3             | 22                     | 70,9              | 34     | 47,2            |
| GESAMT                        | 41                        | 100,0            | 31                     | 100,0             | 72     | 100,0           |

Zu keiner Längenveränderung zwischen verletzter und unverletzter Seite kam es bei 44,4% (n=32) der nachuntersuchten Patienten. Nach konservativer Behandlung hatten 61,1% (n=25) der Kinder keinerlei meßbare Längendifferenzen; nach operativem Vorgehen war dies nur in 22,6% (n=7) der Fall. Verkürzungen traten bei 8,4% (n=6) der behandelten Patienten auf; nach konservativer Behandlung war das verletzte Bein in 9,6% (n=4) der Fälle verkürzt, nach operativer Therapie in 6,5% (n=2). Zu Verlängerungen der betroffenen Extremität kam es bei 47,2% (n=34) der Kinder; nach konservativer Therapie war dies nur bei 29,3% (n=12) der ehemaligen Patienten der Fall und die durchschnittliche Verlängerung lag hier bei 0,5 cm; nach operativer Behandlung jedoch waren bei 70,9% (n=22) der Kinder Verlängerungen meßbar; die durchschnittliche Verlängerung betrug hier 1,5 cm.

#### 3.4.4.8.1. Zusammenhang der Längenveränderungen mit dem Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Fraktur

Tab. 25: Wachstumsveränderungen nach Oberschenkelschaftfrakturen bezogen auf das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Fraktur (n=72)

| Beinlängendifferenzen<br>(cm) | Alter der Kinder in Lebensjahren |                 |             |                 |        |                 |        |                 |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------|-------------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|
|                               | 1. - 5. LJ                       |                 | 6. - 11. LJ |                 | 12. LJ |                 | Gesamt |                 |
|                               | n'                               | % von<br>n = 72 | n'          | % von<br>n = 72 | n'     | % von<br>n = 72 | n      | % von<br>n = 72 |
| - 1,5 bis - 0,6               | 1                                | 1,4             | 1           | 1,4             | -      | -               | 2      | 2,8             |
| - 0,5 bis - 0,1               | 2                                | 2,8             | 2           | 2,8             | -      | -               | 4      | 5,6             |
| Keine LD                      | 26                               | 36,0            | 5           | 7,0             | 1      | 1,4             | 32     | 44,4            |
| 0,1 bis 0,5                   | 10                               | 13,9            | 3           | 4,2             | 1      | 1,4             | 14     | 19,5            |
| 0,6 bis 3,0                   | -                                | -               | 20          | 27,7            | -      | -               | 20     | 27,7            |
| Gesamt                        | 39                               | 54,1            | 31          | 43,1            | 2      | 2,8             | 72     | 100,0           |

Aus Tab. 25 ist ersichtlich, daß das Behandlungsergebnis bezüglich Wachstumsveränderungen bei Patienten bis zum Alter von 5 Jahren ( $n=39$ ) sehr gut war. Nur in 1,4% ( $n=1$ ) trat eine Differenz von mehr als 0,5 cm auf; hierbei handelte es sich um eine Verkürzung, die 6 Monate nach konservativer Behandlung einer Fraktur gemessen wurde, d.h. es dürfte sich hier nicht um ein endgültiges Ergebnis handeln, sondern es ist noch mit einem weiteren Ausgleich der Differenz zu rechnen. Ansonsten traten keinerlei Differenzen auf, die eine Behandlung erforderlich machen könnten. Es sind auch, solange diese Ergebnisse konstant bleiben, keinerlei Spätfolgen zu erwarten.

Differenzen von mehr als einem halben Zentimeter traten bei 67,7% ( $n=21$ ) aller Kinder auf, die zum Unfallzeitpunkt zwischen 5 und 11 Jahre alt waren ( $n=31$ ). Längendifferenzen überhaupt traten bei 83,9% ( $n=26$ ) dieser Kinder auf.

Bei den älteren Kindern ( $n=2$ ) läßt sich keine allgemeine Aussage treffen, da hier nur ein Kollektiv von 2 Kindern vorliegt. Bei den hier untersuchten Kindern traten allerdings keine Verlängerungen oder Verkürzungen von mehr als einem halben Zentimeter auf.

Diese Unterschiede sind wohl am ehesten durch die unterschiedlichen Behandlungsmethoden in den verschiedenen Altersgruppen erklärbar; deshalb sollen im Folgenden die Ergebnisse nach den einzelnen Behandlungsmethoden zunächst getrennt, abschließend vergleichend einander gegenüber gestellt werden.

### 3.4.4.8.2. Beinlängendifferenzen nach konservativer Behandlung

Die nach konservativer Behandlung gemessenen Beinlängendifferenzen (Vgl. Tab. 24) sind in Tab. 26 aufgeführt.

Tab. 26: Beinlängendifferenzen nach konservativer Behandlung  
(n=41)

| Längenveränderungen nach konservativer Behandlung (cm) |                         |               |                   |               |        |              |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|-------------------|---------------|--------|--------------|
|                                                        | Nicht dislozierte Frkt. |               | Dislozierte Frkt. |               | Gesamt |              |
|                                                        | n'                      | % von n' = 16 | n'                | % von n' = 25 | n      | % von n = 41 |
| Verkürzung                                             |                         |               |                   |               |        |              |
| - 1,5 bis - 0,6                                        | -                       | -             | 2                 | 8             | 2      | 4,8          |
| - 0,5 bis - 0,1                                        | -                       | -             | 2                 | 8             | 2      | 4,8          |
| Keine LD                                               | 12                      | 75            | 12                | 48            | 24     | 58,7         |
|                                                        |                         |               | 1                 | 4             | 1      | 2,4          |
| Verlängerung                                           |                         |               |                   |               |        |              |
| 0,1 bis 0,5                                            | 4                       | 25            | 7                 | 28            | 11     | 26,9         |
| 0,6 bis 1,0                                            | -                       | -             | 1                 | 4             | 1      | 2,4          |
| Gesamt                                                 | 16                      | 100           | 25                | 100           | 41     | 100,0        |
|                                                        |                         |               |                   |               |        | 2,3          |

Aus Tab. 26 ist ersichtlich, daß das Durchschnittsalter der Kinder (gesondert aufgeführt ist ein Fall mit einem erheblich abweichenden Wert), die keine Längendifferenz (n=24) aufwiesen, mit 1,6 Jahren niedriger lag, als das der Kinder mit bis zu 0,5 cm Verlängerung (n=11) (2,2J) und beide wesentlich unter dem Durchschnittsalter anderer Differenzen lagen.

Der Grund dafür dürfte wohl darin liegen, daß im Säuglings- und Kleinkindesalter ein besonders hoher Anteil an nicht dislozierten bzw. ideal reponierten Frakturen vorliegt, wie distalen Stauchungsfrakturen, Knochenfissuren u.ä.. So hatte sich die Hälfte der Kinder, die bei der Nachuntersuchung keinerlei Längenunterschied aufwiesen, nicht dislozierte Frakturen zugezogen; bei den Verlängerungen bis zu 0,5 cm war dies in 26,4% (n=4) der Fall.

Umgekehrt läßt sich schließen, daß von der Gesamtzahl der nicht dislozierten Frakturen (n=16) 75% (n=12) ohne meßbaren Längenunterschied ausheilten; die restlichen 25% (n=4) dagegen führten zu einer Verlängerung der betroffenen Extremität um bis zu 0,5 cm. Zu größeren Verlängerungen oder Verkürzungen kam es in keinem Fall.

Nun soll die Gesamtzahl der unter Verkürzung abgeheilten Frakturen (n=25) getrennt betrachtet werden. Denn um das Mehrwachstum nach den verschiedenen Behandlungsmethoden vergleichen zu können, muß man nach konservativer Behandlung die primäre Verkürzung (Röntgenbild 4 Wochen nach Unfall) mit einberechnen. So ergibt der endgültige Längenzuwachs unter Berücksichtigung der primären Verkürzung die relative Längenzunahme.

Tab. 27 zeigt den Zusammenhang zwischen primär eingestellter Verkürzung und der bei der Nachuntersuchung gemessenen Längendifferenz.

Tab. 27: Zusammenhang zwischen primärer Verkürzung und endgültiger Längendifferenz bei dislozierten konservativ behandelten Femurschaftfrakturen (n=25)

| Primär eingestellte Verkürzung (cm) | Bei der NU gemessene LD (cm) |                       |             |                   |                   | Gesamt |                    |
|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|-------------------|--------|--------------------|
|                                     | - 1,5<br>bis<br>- 0,6        | - 0,6<br>bis<br>- 0,1 | keine<br>LD | 0,1<br>bis<br>0,5 | 0,6<br>bis<br>1,0 | n      | %<br>von<br>n = 25 |
| 0,1 bis 0,5                         | -                            | -                     | 4           | 2                 | -                 | 6      | 24                 |
| 0,6 bis 1,0                         | -                            | -                     | 6           | 4                 | 1                 | 11     | 44                 |
| 1,1 bis 1,5                         | -                            | -                     | 2           | 1                 | -                 | 3      | 12                 |
| 1,6 bis 2,0                         | 2                            | 2                     | 1           | -                 | -                 | 5      | 20                 |
| Gesamt                              | 2                            | 2                     | 13          | 7                 | 1                 | 25     | 100                |

Auffällig ist, daß es nach primär belassenen Verkürzungen von über 1,5 cm (n=5) nur in 20% (n=1) der Fälle zu einem vollständigen Längenausgleich kam, ansonsten Verkürzungen verblieben.

Verkürzungen bis zu 1,5 cm (n=20) führten dagegen in 60% (n=12) der Fälle zu einem vollständigen Längenausgleich. Dabei zeigte sich kein signifikanter Unterschied der Behandlungsergebnisse bezüglich des Ausmaßes der primär belassenen Verkürzung: Verkürzungen von bis zu 0,5 cm führten genauso wie solche von 1 - 1,5 cm in zwei Dritteln der Fälle zu vollständigem Längenausgleich. Bei Verkürzungen zwischen 0,5 und 1,0 cm (n=11) war dies in 54,6% (n=6) der Fall.

Es stellt sich so nun die Frage, ob das relative Längenwachstum nach konservativ behandelten dislozierten Femurschaftfrakturen mit dem Ausmaß der primären Verkürzung positiv korreliert ist.

Tab. 28: Zusammenhang zwischen primär belassener Verkürzung und relativem Längenzuwachs (n=25)

| Relativer Längen-<br>zuwachs (cm) | Primär belassene Verkürzung (cm) |                   |                   |                   |  | Gesamt |            |
|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|--------|------------|
|                                   | 0,1<br>bis<br>0,5                | 0,6<br>bis<br>1,0 | 1,1<br>bis<br>1,5 | 1,6<br>bis<br>2,0 |  | n      | %<br>von n |
| 0,1 bis 0,5                       | 4                                | -                 | -                 | 1                 |  | 5      | 20         |
| 0,6 bis 1,0                       | 2                                | 6                 | -                 | 1                 |  | 9      | 36         |
| 1,1 bis 1,5                       | -                                | 4                 | 2                 | 2                 |  | 8      | 32         |
| 1,6 bis 2,0                       | -                                | 1                 | 1                 | 1                 |  | 3      | 12         |
| Gesamt                            | 6                                | 11                | 3                 | 5                 |  | 25     | 100        |

Bis zu einer primär belassenen Verkürzung von 1,5 cm ist der relative Längenzuwachs direkt proportional zum Ausmaß der primären Verkürzung, d.h. je größer die Verkürzung ist, desto größer ist das zu erwartende relative Längenwachstum; in der Praxis hat diese Tatsache zur Folge, daß man das zu erwartende überschießende Längenwachstum nicht durch eine primär größere Verkürzung verhindern kann.

Weiterhin ist ersichtlich, daß Verkürzungen von mehr als 1,5 cm (n=5) nicht belassen werden sollten, da es hier in 80% (n=4) der Fälle zu keinem vollständigen Längenausgleich mehr kommt. Längendifferenzen von mehr als 0,5 cm traten hier in 40% (n=2) der Fälle auf.

Der durchschnittliche relative Längenzuwachs bei dislozierten konservativ behandelten Frakturen betrug 1,2 cm. Während dislozierte Querfrakturen (n=11) einen durchschnittlichen Längenzuwachs von 1,1 cm zeigten, wiesen dislozierte Schräg- bzw. Spiralfrakturen (n=14) eine durchschnittliche relative Verlängerung von 1,25 cm auf.

#### Zusammenfassung

Eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der konservativen Behandlung von Oberschenkelchaftfrakturen im Hinblick auf den Zusammenhang zwischen primärer Verkürzung und relativem Längenzuwachs gibt Tab. 29.

Der durchschnittliche relative Längenzuwachs aller konservativ behandelten Frakturen beträgt 0,8 cm, der der dislozierten konservativ versorgten Brüche 1,2 cm.

Weiterhin zeigte sich, daß der relative Längenzuwachs direkt proportional zur primär eingestellten Verkürzung ist, d.h. durch eine größere primäre Verkürzung läßt sich keine Verringerung der endgültigen Längendifferenz erreichen.

Tab. 29: Längenveränderungen nach konservativer Behandlung - Primäre Verkürzung und relativer Längenzuwachs (n=41)

| Primäre Ver-<br>kürzung<br>(cm) | Relativer Längenzuwachs (cm) |             |                        |                        |                        |                        |                               |
|---------------------------------|------------------------------|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|
|                                 | $\bar{0}$<br>$n'$            | %<br>von n  | 0,1 - 0,5<br>$n'$<br>% | 0,6 - 1,0<br>$n'$<br>% | 1,1 - 1,5<br>$n'$<br>% | 1,6 - 2,0<br>$n'$<br>% | Gesamt<br>$\Sigma$<br>n von n |
| keine                           | <u>12</u>                    | <u>75,0</u> | 4                      | 25,0                   | -                      | -                      | 16 39,0                       |
| 0,1 - 0,5                       | -                            | -           | <u>4</u>               | <u>56,7</u>            | 2                      | -                      | 6 14,6                        |
| 0,6 - 1,0                       | -                            | -           | -                      | -                      | <u>6</u>               | 1                      | 11 26,8                       |
| 1,1 - 1,5                       | -                            | -           | -                      | -                      | -                      | <u>2</u>               | 3 7,3                         |
| 1,6 - 2,0                       | -                            | -           | 1                      | 20,0                   | 1                      | <u>20,0</u>            | 5 12,3                        |
| Gesamt                          | 12                           | 29,3        | 9                      | 21,9                   | 9                      | 19,6                   | 41 100,0                      |

### 3.4.4.8.3. Beinlängendifferenzen nach operativer Behandlung

Die nach operativer Behandlung gemessenen Beinlängendifferenzen (Vgl. Tab. 24) sind in Tab. 30 aufgeführt.

Tab. 30: Längendifferenzen nach operativer Behandlung (n=31)

| Längendifferenz<br>(cm) | Plattenosteosynthese<br>n' % von n' = 27 |       | Marknagelung<br>n' % von n' = 4 |       | Gesamt<br>n % von<br>n = 31 |       |
|-------------------------|------------------------------------------|-------|---------------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| - 0,5 bis - 0,1         | 1                                        | 3,7   | 1                               | 25,0  | 2                           | 6,5   |
| Keine LD                | 5                                        | 18,5  | 2                               | 50,0  | 7                           | 22,6  |
| 0,1 - 0,5               | 2                                        | 7,4   | 1                               | 25,0  | 3                           | 9,7   |
| 0,6 - 1,0               | 6                                        | 22,2  | -                               | -     | 6                           | 19,3  |
| 1,1 - 1,5               | 4                                        | 14,8  | -                               | -     | 4                           | 12,9  |
| 1,6 - 2,0               | 7                                        | 26,0  | -                               | -     | 7                           | 22,6  |
| 2,1 - 2,5               | 1                                        | 3,7   | -                               | -     | 1                           | 3,2   |
| 2,6 - 3,0               | 1                                        | 3,7   | -                               | -     | 1                           | 3,2   |
| Gesamt                  | 27                                       | 100,0 | 4                               | 100,0 | 31                          | 100,0 |

Bei 87,1% (n=27) der nach operativer Behandlung auswertbaren Fälle (n=31) handelte es sich um mit Plattenosteosynthese versorgte Frakturen und nur in 12,9% (n=4) um Zustände nach Marknagelung.

Die Längendifferenzen nach Marknagelungen (n=4) überschritten zum Nachuntersuchungszeitpunkt, der bei durchschnittlich 6,1 Jahren lag, nie 0,5 cm. Aufgrund der geringen Kollektivgröße ist jedoch keine Aussage darüber möglich, wie groß im allgemeinen der Längenzuwachs nach Marknagelungen ist. Hier muß später mit anderen Arbeiten aus der Literatur verglichen werden. So werden im

folgenden die Ergebnisse der mit Marknagelung versorgten Frakturen nicht mehr mit aufgeführt. Dadurch ist es möglich, die Ergebnisse der Plattenosteosynthesen mit den Ergebnissen anderer Autoren bei den Marknagelungen direkt zu vergleichen.

Bei den ehemals mit Plattenosteosynthese versorgten Kindern (n=27) lagen nur bei 29,6% (n=8) Längendifferenzen unter 0,5 cm vor. Längendifferenzen bis zu 1,0 cm traten bei 51,8% (n=14), Verlängerungen von mehr als 1 cm bis zu 3 cm traten bei 48,2% (n=13) dieser Kinder auf.

Im folgenden soll geprüft werden, ob sich ein Zusammenhang zwischen dem Alter der Kinder zum Zeitpunkt der Fraktur und dem Ausmaß der Längendifferenz nach Plattenosteosynthese finden läßt. Tab. 31 gibt einen kurzen Überblick.

Tab. 31: Längendifferenzen nach Plattenosteosynthesen nach Altersgruppen und Häufigkeit aufgeschlüsselt (n=27)

| Längendifferenz<br>(cm) | Altersgruppen |                 |             |                  |              |                 |
|-------------------------|---------------|-----------------|-------------|------------------|--------------|-----------------|
|                         | 4. - 7. LJ    |                 | 9. - 11. LJ |                  | 12. - 14. LJ |                 |
|                         | n'            | % von<br>n' = 7 | n'          | % von<br>n' = 18 | n'           | % von<br>n' = 2 |
| - 0,5 bis - 0,1         | -             | -               | 1           | 5,6              | -            | -               |
| Keine LD                | 1             | 14,3            | 2           | 11,1             | 2            | 100,0           |
| 0,1 - 0,5               | 1             | 14,3            | 1           | 5,6              | -            | -               |
| 0,6 - 1,0               | 1             | 14,3            | 5           | 27,7             | -            | -               |
| 1,1 - 1,5               | -             | -               | 4           | 22,2             | -            | -               |
| 1,6 - 2,0               | -             | -               | 3           | 16,6             | -            | -               |
| 2,1 - 2,5               | -             | -               | 1           | 5,6              | -            | -               |
| 2,6 - 3,0               | -             | -               | 1           | 5,6              | -            | -               |
| Gesamt                  | 7             | 100,0           | 18          | 100,0            | 2            | 100,0           |
|                         |               |                 |             |                  | 27           | 100,0           |

Von den nachuntersuchten mit Plattenosteosynthese behandelten Kindern ( $n=27$ ) waren 66,6% ( $n=18$ ) im 9.-11. Lebensjahr verunglückt, 26% ( $n=7$ ) davor und nur 7,4% ( $n=2$ ) danach.

Bei den Kindern, die älter als 11 Jahre waren, kam es zu keinerlei Längendifferenz; zu erklären ist dies wohl dadurch, daß nach dem Unfall kein großes zusätzliches Wachstum durch die Epiphysenfuge mehr eintrat; es trat aber auch kein frühzeitiger Epiphysenfugenschluß ein, so daß es zu einer Verkürzung der betroffenen Extremität gekommen wäre.

In der Gruppe der 3-6-jährigen Kinder ( $n=7$ ) traten Verlängerungen von mehr als 0,5 cm in 71,4% ( $n=5$ ), bei den 8-10-jährigen Kindern ( $n=18$ ) sogar in 77,7% ( $n=14$ ) der Fälle auf.

Verlängerungen von mehr als 1 cm ließen sich in der ersten Gruppe bei 57,1% ( $n=4$ ) der Kinder messen, in der 2. Gruppe bei 50% ( $n=9$ ) der Kinder.

Die durchschnittliche Längendifferenz in der ersten Gruppe beträgt 1,4 cm, wobei die Werte zwischen 0,5 und 2,0 cm liegen. In der zweiten Gruppe beträgt die Differenz zwar nur 1,3 cm im Durchschnitt, die Werte differieren allerdings von -0,5 bis zu 3 cm Differenz.

Insgesamt läßt sich ein leicht vermehrtes zusätzliches Längenwachstum in der Gruppe der 3 bis 6-jährigen Kinder gegenüber der Gruppe der 8 bis 10-jährigen feststellen. Signifikant ist dieser Unterschied allerdings nicht.

Inwieweit sich ein Zusammenhang zwischen Frakturart und Ausmaß der Beinlängendifferenz bei verplatteten Oberschenkelschaftfrakturen finden läßt, soll anhand Tab. 32 untersucht werden.

Tab. 32: Ausmaß der Beinlängendifferenzen nach verschiedenen Frakturarten (n=27)

| Längendifferenz<br>nach Platten-<br>osteosynthesen<br>(cm) | Frakturart  |                 |                   |                |                    |                |        |                 |
|------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|-------------------|----------------|--------------------|----------------|--------|-----------------|
|                                                            | Querfraktur |                 | Schräg/Spiralfrkt |                | Stück-/Trümmerfrkt |                | Gesamt |                 |
|                                                            | n           | % von<br>n = 10 | n                 | % von<br>n = 3 | n                  | % von<br>n = 6 | n      | % von<br>n = 27 |
| - 0,5 bis - 0,1                                            | 1           | 5,6             | -                 | -              | -                  | -              | 1      | 3,7             |
| Keine Längendif.                                           | 4           | 22,1            | 1                 | 33,3           | -                  | -              | 5      | 18,5            |
| 0,1 - 0,5                                                  | 1           | 5,6             | 1                 | 33,3           | -                  | -              | 2      | 7,4             |
| 0,6 - 1,0                                                  | 5           | 27,7            | -                 | -              | 1                  | 16,7           | 6      | 22,2            |
| 1,1 - 1,5                                                  | 2           | 11,1            | -                 | -              | 2                  | 33,3           | 4      | 14,8            |
| 1,6 - 2,0                                                  | 3           | 16,7            | 1                 | 33,3           | 3                  | 50,0           | 7      | 26,0            |
| 2,1 - 2,5                                                  | 1           | 5,6             | -                 | -              | -                  | -              | 1      | 3,7             |
| 2,6 - 3,0                                                  | 1           | 5,6             | -                 | -              | -                  | -              | 1      | 3,7             |
| Gesamt                                                     | 18          | 100,0           | 3                 | 100,0          | 6                  | 100,0          | 27     | 100,0           |
| % von n = 27                                               | 66,7        |                 | 11,1              |                | 22,2               |                | 100,0  |                 |

Keine Längenänderung tritt bei 22,1% (n=4) der Querfrakturen und bei 33,3% (n=1) der Schräg- bzw. Spiralfrakturen auf. Eine Längendifferenz von mehr als einem halben Zentimeter ist bei 66,7% (n=12) der Querfrakturen, dagegen nur bei 33,3% (n=1) der Schräg- bzw. Spiralfrakturen meßbar. Alle Trümmer- bzw. Stückfrakturen weisen eine Differenz von mehr als 0,5 cm auf.

Größer als einen Zentimeter ist die Differenz bei 38,9% (n=7) der Querfrakturen, bei 33,3% (n=1) der Schräg- bzw. Spiralfrak-

turen und bei 83,3% (n=5) der Stück- bzw. Trümmerfrakturen.

Die durchschnittliche Längenveränderung bei den Querfrakturen, die 66,7% (n=18) der nachuntersuchten mit Plattenosteosynthese behandelten Frakturen ausmachen, beträgt 1,1 cm; bei den Schräg- bzw. Spiralfrakturen, die nur zu 11,1% (n=3) in diesem Krankengut vertreten sind, 0,8 cm und bei den Stück- bzw. Trümmerfrakturen 1,7 cm.

Deutlich zeigt sich also, daß nach Stück- bzw. Trümmerfrakturen mit einem weitaus höheren zusätzlichen Längenwachstum als nach anderen Frakturarten zu rechnen ist.

63,0% (n=17) der Frakturen sind in Schaftmitte gelegen, 18,5% (n=5) im distalen Drittel und 18,5% (n=5) im proximalen Bereich. Der durchschnittliche Längenzuwachs der in Schaftmitte gelegenen Frakturen beträgt 1,5 cm, der distalen Frakturen 0,4 cm und der proximalen 1,0 cm.

Aufgrund der geringen Kollektivgröße ist es schwierig eine allgemein gültige Aussage bezüglich der Frakturen im proximalen und distalen Drittel zu treffen; es deutet jedoch alles darauf hin, daß Frakturen im distalen und im proximalen Bereich ein weniger stark vermehrtes Längenwachstum zur Folge haben als solche in Schaftmitte.

Weiterhin stellt sich die Frage, ob die Kinder, die primär konservativ behandelt worden waren (n=10; 37%), ein verstärktes Längenwachstum gegenüber den primär operativ versorgten Kindern aufwiesen. (Vgl. Tab. 33)

Tab. 33: Abhängigkeit des Ausmaßes der Längendifferenz vom Zeitpunkt der Operation nach der Fraktur (n=27)

| Operationszeitpunkt            | Anzahl n | % von n = 27 | Durchschnittliche Längendifferenz (cm) |
|--------------------------------|----------|--------------|----------------------------------------|
| Direkt nach Unfall             | 13       | 48,1         | 1,3                                    |
| Primär konservative Behandlung | 10       | 37,0         | 1,2                                    |
| 1 Woche                        | (4)      | (14,0)       | (0,8)                                  |
| 2 Wochen                       | (4)      | (14,0)       | (1,1)                                  |
| > 2 Wochen                     | (2)      | (7,4)        | (2,0)                                  |
| Refraktur                      | 4        | 14,8         | 0,9                                    |
| Gesamt                         | 27       | 100,0        | 1,2                                    |

Es ergibt sich kein Hinweis dafür, daß nach primär konservativer Behandlung ein vermehrtes Längenwachstum gegenüber primär operativ behandelten Frakturen stattfindet; im Gegenteil die gemessenen Durchschnittswerte sind sogar niedriger.

Auch eine längere Implantationsdauer des Osteosynthesematerials führt zu keiner Vergrößerung der durchschnittlichen Differenzen: (Nicht berücksichtigt werden Refrakturen, die eine durchschnittliche Längendifferenz von 0,9 cm aufweisen) Bei einer Implantationsdauer zwischen 4 und 6,5 Monaten zeigt sich eine Längendifferenz von 1,5 cm (n=8) im Durchschnitt, bei längeren Implantationszeiten (7-12 Monate) dagegen eine Differenz von 1,25 cm. (n=14).

Die Dauer der absoluten Ruhigstellung war nur mehr von 20 Patienten genau bestimmbar. Bei einer absoluten Ruhigstellung von 8-9 Wochen ergab sich eine durchschnittliche Beinlängendifferenz von 1,2 cm (n=9), bei einer Dauer von mehr als 9 Wochen jedoch ein Durchschnittswert von 1,4 cm (n=7). Nach Ruhigstellung von weniger als 8 Wochen (n=4) lag die durchschnittliche Beinlängendifferenz bei 1,6 cm. Es ergibt sich also kein Hinweis dafür, daß durch längerdauernde Entlastung nach Plattenosteosynthesen ein vermehrtes Längenwachstum verursacht wird.

#### Zusammenfassung

Bei der operativen Behandlung wurden bezüglich Beinlängendifferenzen nur die mit Plattenosteosynthese behandelten Frakturen weiter ausgewertet. Bei den Kindern bis zu 10 Jahren ließ sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter der Kinder zum Zeitpunkt der Fraktur und der vorhandenen Längendifferenz finden. Bei den älteren Kindern traten jedoch wesentlich geringere Differenzen als bei den bis zu 10 Jahre alten Kindern auf. Die größten Längendifferenzen wiesen Stück- und Trümmerfrakturen auf, nämlich durchschnittlich 1,7 cm Verlängerung. Es zeigte sich weiterhin, daß nach primär konservativer Behandlung mit keinem Überdurchschnittlich vermehrten Längenwachstum zu rechnen ist; ebenso besteht kein Zusammenhang zwischen Implantationsdauer des Osteosynthesematerials und Ausmaß der Längendifferenz.

#### 3.4.4.8.4. Verlauf von Beinlängendifferenzen

Tab. 34 und Abb. 16 geben einen Überblick über den zeitlichen Verlauf der Beinlängendifferenzen bei 13 operativ behandelten Patienten (n=31), bei denen eine Differenz von mehr als einem halben Zentimeter (n=19) aufgetreten war.

Bei 13 Kindern wurden im Intervall von 7 Monaten bis 6,5 Jahren nach dem Unfall 2 bis 4 mal Beinlängendifferenzen ermittelt und aufgezeichnet (65% der in Frage kommenden 19 Kinder).

Dabei wurden 4 Patienten (30,8%) vor oder beim letzten operativen Eingriff, d.h. bei der Materialentfernung gemessen, weitere 5 Patienten (38,4%) innerhalb der ersten 4 Monate nach Plattenentfernung. Bei den übrigen 4 Patienten (30,8%) lag die erste Registrierung der Beinlängendifferenz durchschnittlich 11,9 Monate nach Materialentfernung.

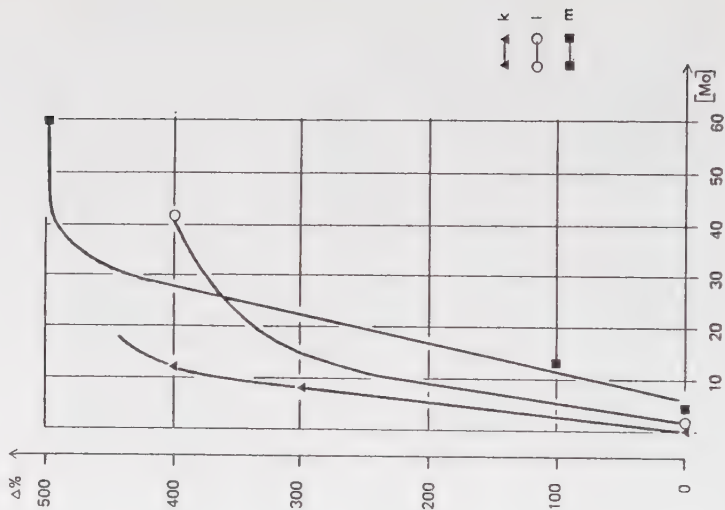
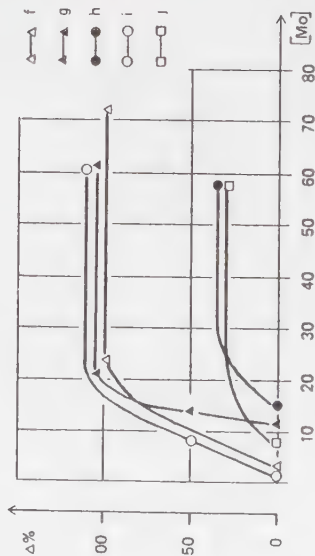
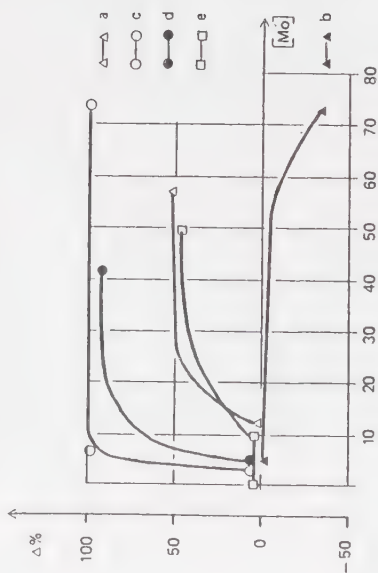
Bei 92,3% (n=12) der Patienten fand die letzte Messung mindestens 3,5 Jahre nach dem Unfall statt, in einem Fall (7,7%) nur 2,5 Jahre nach dem Unfall. Das Intervall zwischen Plattenentfernung und letzter Messung betrug durchschnittlich 4,5 Jahre.

Damit für alle Patienten ein gleichwertiger Ausgangspunkt der Beinlängenmessung besteht, wählten wir den Zeitpunkt der letzten Materialentfernung als Nullpunkt und registrierten, wie aus Abb. 16 hervorgeht, auf der Rechtswertachse das Zeitintervall zwischen Materialentfernung und Messung der Differenz, auf der Hochwertachse die prozentuale Abweichung (Δ %) des 2., 3. und 4. Meßwertes vom 1. Meßwert, der als Ausgangspunkt genommen wird.

Tab. 34: Verlaufsoberwachung der Beinlängendifferenzen bei 13 Patienten

| Patient/Frakturart/Implantations-/Komplikationen<br>dauer | 1. Messung<br>ZP | 2. Messung<br>ZP | 3. Messung<br>ZP | 4. Messung<br>ZP |
|-----------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| a G.D. 6J w Trümmerfrkt<br>15. 8.68 di Drit               | 13Mo 1,0         | 58Mo 1,5         | -                | -                |
| b A.T. 6J w Trümmerfrkt<br>20. 2.71 di Drit               | 4Mo 1,5          | 25Mo 1,5         | 73Mo 1,0         | -                |
| c B.I. 10J w Querfrkt<br>16. 9.66 pro-mi Drit             | 3Mo 0,5          | 6Mo 1,0          | 74Mo 1,0         | -                |
| d K.W. 8J m Querfrkt<br>17. 4.67 mi Drit                  | 4Mo 0,5          | 42Mo 1,0         | -                | -                |
| e K.M. 8J m Querfrkt<br>27. 7.70 mi Drit                  | 0Mo 1,0          | 10Mo 1,0         | 49Mo 1,5         | -                |
| f R.C. 8J m Querfrkt mi<br>Drit; ausge-<br>spr. Fragment  | 0Mo -1,5         | 3Mo -1,0         | 23Mo -0,5        | 72Mo -0,5        |
| g B.G. 8J m Stückfrkt<br>17.11.68 mi Drit                 | 11Mo 1,0         | 14Mo 1,5         | 20Mo 2,0         | 62Mo 2,0         |
| h K.A. 9J m Querfrkt<br>5.12.67 mi Drit                   | 13Mo 1,5         | 58Mo 2,0         | -                | -                |
| i R.S. 10J m Stückfrkt<br>15.11.67 pro-mi Drit            | 3Mo 1,0          | 9Mo 1,5          | 61Mo 2,0         | -                |
| j K.R. 5J m Querfrkt<br>15. 8.72 mi Drit                  | 8Mo 1,5          | 58Mo 2,0         | -                | -                |
| k K.A. 6J w Schußfrkt<br>25. 8.72 mi Drit                 | 0Mo 0,5          | 8Mo 1,5          | 12Mo 2,0         | -                |
| l G.P. 6J w Querfrkt<br>25. 3.73 mi Drit                  | 0Mo 0,5          | 42Mo 2,0         | -                | -                |
| m H.S. 10J m Querfrkt<br>25. 5.67 mi Drit                 | 4Mo 0,5          | 13Mo 1,0         | 60Mo 2,5         | -                |

Abb. 16: Prozentuale Abweichung der Bild. von der Bild. zum Zeitpunkt der ersten Messung  
(n=13)



Aus Abb. 16 ist ersichtlich, daß das Hauptwachstum der verletzten Extremität erst nach Plattenentfernung stattfindet; so kam es nach Materialentfernung zu einer durchschnittlichen Längenveränderung um 190% der zum Zeitpunkt der Plattenentfernung oder bis zu 4 Monate danach bestehenden Längendifferenz (n=9). Die durchschnittliche Vergrößerung der zum Zeitpunkt der 1. Messung bestehenden Differenz betrug 1,0 cm, wobei die Werte allerdings zwischen 0,5 und 2,0 cm streuten.

Es ließ sich keine Abhängigkeit des Ausmaßes der endgültigen Differenz von der Höhe der Differenz bei Plattenentfernung finden. So kam es z.B. bei M.S. (m) zu einer Verfünffachung der primären Differenz; ausgehend von einer Differenz von 0,5 cm 4 Monate nach Materialentfernung bestand 5 Jahre nach Plattenentfernung eine Differenz von 2,5 cm.

Mit dem Abschluß des verstärkten Längenwachstums kann man ca 24 Monate nach Materialentfernung rechnen. Zu einer Verringerung der bestehenden Längendifferenz kam es nur bei einem Kind (7,7%), wobei die Ursache hierfür nicht in einem frühzeitigen Wachstumsstillstand der betroffenen Wachstumsfuge liegen dürfte, da das Mädchen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung erst 12 Jahre alt war und vom Gesamteindruck her noch nicht ausgewachsen erschien (b; A.T.).

30,8% (n=4) der Kinder waren zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung älter als 14 Jahre; hier kam es in keinem Fall zu einer Verringerung der Differenz. So ergibt sich insgesamt kein Hinweis dafür, daß es im weiteren Verlauf des Wachstums zu einem Ausgleich der Differenzen kommt. Auch ein Zusammenhang mit pubertären Wachs-

tumsschüben ließ sich nicht finden.

#### 3.4.4.8.5. Längenveränderungen am Unterschenkel

Klinisch meßbare Differenzen der Unterschenkellängen waren nur bei 7 Patienten (9,7%) vorhanden, die sich nie eine Unterschenkelfraktur zugezogen hatten. Der Unterschied betrug nie mehr als 0,5 cm; es handelte sich ausnahmslos um operativ versorgte Kinder (22,6%), deren Gesamtbeinlängendifferenz größer als 1 cm war.

#### 3.4.4.8.6. Längenveränderungen nach Anwendung von Feldtherapie

Nach Anwendung von Feldtherapie (n=9) kam es zu einer durchschnittlichen Verlängerung der betroffenen Extremität von 0,7 cm. Dabei handelte es sich bei 22,2% (n=2) um Verkürzungen um einen halben Zentimeter nach Infektion bzw. Pseudoarthrose; bei 33,3% (n=3) war es zu keiner Längenveränderung gekommen; in den restlichen 44,4% (n=4) handelte es sich um Verlängerungen von durchschnittlich 1,7 cm. Es ergibt sich kein Hinweis dafür, daß durch Feldtherapie das Längenwachstum vermehrt stimuliert wird.

#### 3.4.4.8.7. Zusammenfassung der Ergebnisse der Beinlängenmessung

Während nach konservativer Behandlung nur bei 29,3% (n=12) der Kinder Verlängerungen der betroffenen Extremität aufgetreten waren und zwar von durchschnittlich 0,5 cm, wiesen nach operativer Therapie 70,9% (n=22) der Kinder Verlängerungen von durchschnittlich 1,5 cm auf. Diese Zahlen geben zwar das Behandlungsergebnis wieder, nicht aber das eigentliche Längenwachstum des Knochens.

Unter Berücksichtigung der primären Verkürzung wiesen nur 29,3%

(n=12) der konservativ behandelten Kinder kein relatives Längenwachstum auf, d.h. auch hier traten zu 70,7% (n=29) Verlängerungen auf.

Ohne Unterscheidung zwischen dislozierten und nicht dislozierten Frakturen kam es nach konservativem Vorgehen (n=41) zu einem durchschnittlichen relativen Längenzuwachs von 0,8 cm. Bei den Plattenosteosynthesen jedoch beträgt die durchschnittliche Längendifferenz 1,2 cm. Um zu prüfen, ob es sich hierbei wirklich um statistisch signifikante Unterschiede handelt wurde der t-Test für unverbundene Stichproben angewandt:

|                            | Relativer Längen-<br>zuwachs nach kon-<br>servativer Behand-<br>lung | Längenzuwachs<br>nach Platten-<br>osteosynthese |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Mittelwert $\bar{x}$ in cm | 0,77                                                                 | 1,20                                            |
| SAQ                        | 41,25                                                                | 58,75                                           |
| Standardabweichung         | 0,65                                                                 | 0,87                                            |
| Anzahl n                   | 41                                                                   | 27                                              |
| t-Wert                     | 1,41                                                                 |                                                 |
| Freiheitsgrade             | 66                                                                   |                                                 |
| Irrtumswahrscheinlichkeit  | 10%                                                                  |                                                 |
| Signifikanz                | NEIN, da Irrtumswahrscheinlichkeit größer als 5%                     |                                                 |

Bezüglich der relativen Längenveränderungen läßt sich also kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Behandlungsmethoden feststellen. Wenn man bei konservativer Behandlung das gleiche Frakturengut, nämlich dislozierte Frakturen, wie bei der

operativen Behandlung wählt, beträgt das durchschnittliche relative Längenwachstum ebenfalls 1,2 cm; es zeigt sich also kein Unterschied im Längenwachstum nach konservativem und operativem Vorgehen.

Bei der konservativen Behandlung ist wohl das wichtigste Ergebnis dies, daß man durch eine Vergrößerung der primären Verkürzung keine Verringerung der endgültigen Längendifferenz erreichen kann, und daß man bei einer Verkürzung von mehr als 1,5 cm mit einem nicht mehr vollständigen Längenausgleich rechnen muß. Bestimmend für die relative Längendifferenz ist wohl das Ausmaß bzw. die Dauer der Korrekturvorgänge am Knochen.

Nach operativem Vorgehen ist klinisch vor allem die Tatsache von Bedeutung, daß man bis zu 24 Monaten nach Plattenentfernung mit zusätzlichem Längenwachstum der betroffenen Extremität rechnen muß, in Extremfällen sogar bis zum Fünffachen der bei Plattenentfernung bestehenden Längendifferenz. Auch nach längerer primärer konservativer Behandlung muß man nicht mit einer überdurchschnittlichen Zunahme der Längendifferenz rechnen; ebenso besteht kein Zusammenhang zwischen Implantationsdauer des Osteosynthesematerials und Ausmaß der Längendifferenz. Mit einem Ausgleich der Differenzen im Verlauf des weiteren Wachstums ist nicht zu rechnen. Experimentell bedeutsam ist wohl die Tatsache, daß bei Plattenosteosynthesen der Hauptwachstumsschub erst nach Materialentfernung stattfindet.

Abschließend soll mit Hilfe des t-Testes geprüft werden, inwieweit die Beinlängenmessungen nach Oberschenkelschaftfrakturen signifikante Unterschiede zu denen bei einer Kontrollgruppe ergaben. Die genauen Ergebnisse der Beinlängenmessungen bei der Kontrollgruppe sind in Tab. 2 erfaßt. Diese besteht aus einer Gruppe von Kindern, die in ihrer Alters- und Geschlechtsstruktur in etwa dem von uns nachuntersuchten Kollektiv entspricht, bei denen aber keine schwereren Traumata oder Erkrankungen an den unteren Extremitäten vorgelegen hatten.

|                            | Kontrollgruppe | Kinder mit Oberschenkelfrakturen |
|----------------------------|----------------|----------------------------------|
| Mittelwert $\bar{x}$ in cm | 0,15           | 0,61                             |
| SAQ                        | 8,75           | 67                               |
| Standardabweichung s       | 0,27           | 0,75                             |
| Anzahl n                   | 93             | 72                               |
| t-Wert                     | 4,3            |                                  |
| Freiheitsgrade             | 163            |                                  |
| Irrtumswahrscheinlichkeit  | « 0,25%        |                                  |
| Signifikanz                | JA             |                                  |

Es zeigt sich ein hochsignifikanter Unterschied, d.h. die festgestellten Beinlängendifferenzen des Patientenkollektivs sind zuverlässig auf die Oberschenkelschaftfrakturen zurückzuführen und nicht auf zufällige idiopathische Beinlängendifferenzen.

### 3.5. Frakturen im distalen Bereich des Oberschenkels

Im Zeitraum von 1975 - 1981 wurden in der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München 10 supracondyläre und zwei intercondyläre Femurfrakturen behandelt. Eine kurze Übersicht über die behandelten Frakturen gibt Tab. 35.

#### 3.5.1. Frakturarten und Frakturursachen

Im Kleinkindesalter bis zu 3 Jahren (n=3) traten nur supracondyläre Femurfrakturen auf, wobei es sich ausnahmslos um Querfrakturen nach leichten Stürzen handelte und nur in einem Fall eine Dislokation vorlag. Alle anderen distalen Femurfrakturen (n=9) waren Folge von Verkehrsunfällen.

Das Durchschnittsalter der Kinder mit supracondylären Frakturen (n=10) lag bei 6,4 Jahren, das der intercondylären Frakturen (n=2) bei 12 Jahren. Bei letzteren war es beidemale zum Ausriß eines Fragmentes gekommen und es lagen Epiphysenfrakturen vor (Aitken II und III). Bei den über 10-jährigen Kindern (n=5) lagen zu 80% (n=4) Mehrfragmentfrakturen vor, während bei den jüngeren Kindern nur Frakturen mit zwei Fragmenten vorlagen.

#### 3.5.2. Behandlung und Frühkomplikationen bei distalen Femurfrakturen

Die beiden undislozierten Frakturen waren mit Pflasterextension versorgt worden. Die anderen Quer- bzw. Schrägfrakturen waren mit einer Ausnahme alle mit Kirschnerdrähten behandelt worden, die Trümmerfrakturen auch gepinnt oder verplattet worden. Die beiden intercondylären Frakturen (Aitken II und III) wurden verschraubt.

Tab. 35: Kasuistik distaler Femurfrakturen

| Patient                    | Frakturart/<br>Lokalisation            | Therapie/Dauer                  | Frühkomplikationen                                                                                    | Varus/Valgus-<br>fehlstellung                 | Beinläng-<br>gendiff. |
|----------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------|
| 1. H.P. 123 m<br>1. 7.65   | Stückfrkt<br>intercond.<br>Aitken III  | Zuschrauben-<br>OS (2 Mo)       | Thrombophlebitis; gleichsei-<br>tige Tibiakopfrkt                                                     | 13-15°, Pendel-<br>osteochondel;<br>NU: Keine | - 3cm                 |
| 2. G.K. 123 m<br>10. 4.66  | Stückfrkt<br>intercond.<br>Aitken II   | Zuschrauben-<br>OS (6,5 Mo)     | Keine                                                                                                 | Keine                                         | - 3,5cm               |
| 3. E.S. 113 m<br>3. 5.63   | Trümmerfrkt<br>supracond.<br>Aitken II | Platten OS<br>(3,5 Mo)          | Verzögerte Frakturheilung;<br>mit Marknagel versorgte Ober-<br>schenkelerschaffrkt am anderen<br>Bein | Keine                                         | - 0,5cm               |
| 4. G.H. 103 m<br>22. 11.65 | Trümmerfrkt<br>supracond.<br>Aitken II | KD Fixation<br>(1 Mo)           | Fadenartrulom; T 30°; mit<br>Marknagel versorgte Oberschen-<br>kelerschaffrkt am anderen Bein         | 25-30° Valgus                                 | - 9,5cm               |
| 5. G.A. 63 w<br>29. 7.68   | Querfrkt<br>supracond.                 | KD Fixation<br>(2 Mo)           | Keine; gleichseitige distro-<br>chante verschraubte Osfrkt                                            | Keine                                         | Keine                 |
| 6. F.C. 43 m<br>12. 11.67  | Schärfkrkt<br>supracond.               | KD Fixation<br>(2 Mo)           | BKS† : T 36°; Antibiotika                                                                             | Keine                                         | + 1,0cm               |
| 7. R.F. 73 m<br>27. 3.69   | Querfrkt<br>supracond.                 | Zuschrauben-<br>OS (3 Mo)       | Keine                                                                                                 | Keine                                         | Keine                 |
| 8. I.P. 23 w<br>21. 9.76   | Querfrkt<br>supracond.                 | Pflasterexten-<br>sion (3 Mo)   | Munde von Extension                                                                                   | Keine                                         | + 0,5cm               |
| 9. S.C. 13 w<br>10. 2.76   | Querfrkt<br>supracond.                 | Pflasterexten-<br>sion (3,5 Mo) | Keine                                                                                                 | Keine                                         | Keine                 |
| 10. J. 113 m<br>31. 7.65   | Querfrkt<br>supracond.                 | KD Fixation<br>(1,5 Mo)         | Keine                                                                                                 | o.A.                                          | o.A.                  |
| 11. G.D. 53 w<br>24. 4.74  | Querfrkt<br>supracond.                 | KD Fixation<br>(1,5 Mo)         | Keine                                                                                                 | o.A.                                          | o.A.                  |
| 12. D.M. 13 m<br>10. 5.76  | Querfrkt<br>supracond.                 | KD Fixation<br>(1,5 Mo)         | T 36°; BKS†                                                                                           | o.A.                                          | o.A.                  |

7 Frakturen (58,3%) heilten ohne jegliche Frühkomplikationen.

Bei einer Pflasterextension entstand eine tiefe Wunde an der Ferse, die aber spontan abheilte. Nach Kirschnerdrahtfixation kam es postoperativ dreimal zu Temperaturerhöhung und Beschleunigung der BKS; einmal entwickelte sich ein Fadengranulom; ein Kind bekam eine Thrombophlebitis.

### 3.5.3. Spätergebnisse

Nachuntersucht werden konnten 7 Kinder mit supracondylären (70%) und beide Kinder mit intercondylären Femurfrakturen.

#### 3.5.3.1. Supracondyläre Femurfrakturen

Zwei Kinder hatten sich neben dieser Fraktur noch eine Schaftfraktur am anderen Oberschenkel zugezogen; ein Mädchen hatte sich den Oberschenkel beim gleichen Unfall auch noch pertrochanter gebrochen (42,9%; n=3).

Über subjektive Beschwerden wie Schmerzen und frühzeitiges Ermüden bei Belastung klagten nur zwei Kinder. Es handelte sich hierbei um die beiden Kinder, die eine beidseitige Oberschenkelfraktur hatten (28,6%).

Nur bei zwei Frakturen handelte es sich um Trümmerfrakturen im Epiphysenbereich; beide Male waren es Aitken II Frakturen.

Bei den anderen Kindern (n=5) traten weder Gangstörungen auf, noch gab es einen Hinweis auf einen Rotationsfehler oder eine Varus- oder Valgusfehlstellung. Dreimal (60%) traten keine Beinlängendifferenzen auf, zweimal (40%) kam es zu einer Verlängerung der betroffenen Extremität um 0,5 bzw. 1,0 cm.

Bei einem der beiden Kinder mit in Epiphysennähe gelegener Trümmerfraktur trat nach Verplattung und zusätzlicher Verschraubung der ausgesprengten Fragmente keinerlei Wachstumsstörung auf, lediglich eine Verkürzung von 0,5 cm resultierte.

Das andere Kind (Z.A.) hatte sich bei einem Verkehrsunfall beidseits eine Oberschenkelfraktur zugezogen. Die Schaftfraktur war mit offener Küntschernagelung versorgt worden und heilte ohne Komplikationen aus. Die supracondyläre Oberschenkelfraktur wurde offen reponiert und mit Kirschnerdrähten fixiert.

Im Röntgenbefund einen Monat nach Fraktur vor Pinentfernung stand u.a.: " Sehr gutes Rekonstruktionsergebnis, weitgehend normale Artikulation im Kniegelenk, guter Durchbau des Frakturspaltens ". Ein halbes Jahr später wurde der Nagel am anderen Bein entfernt und von diesem Zeitpunkt an stand der Junge nicht mehr in unserer Behandlung.

Bei der Nachuntersuchung, die 7 Jahre nach dem Unfall stattfand, war der Junge 17,5 Jahre alt. Es war zu einer Verkürzung um 9,5 cm gekommen, weiterhin bestand eine starke Valgusfehlstellung von ca 30° im Kniegelenk, die Innenrotation im Hüftgelenk war um 20° eingeschränkt und im Kniegelenk lag ein Flexionsdefizit von 70° vor. Die Eltern berichteten, daß es im Laufe des Wachstums zu einer immer größeren Differenz und Valgisierung gekommen sei, die ihr Orthopäde zunächst durch Schuherhöhung und anschließend durch einen orthopädischen Schuh ausgeglichen habe. Zu operativem Vorgehen hätte der Orthopäde erst nach Abschluß des Wachstums geraten. Deshalb hätte der Junge auch noch keine Lehre angefangen, damit er

diese nicht wegen der Operation unterbrechen müßte. Der Junge selbst klagte vor allem darüber, daß er immer "unförmige orthopädische Schuhe" tragen müsse, nie richtig laufen und Sport treiben könne und sich einfach "überall behindert" vorkomme. Der Junge wurde von uns in die chirurgische Poliklinik überwiesen, um mit den dortigen Chirurgen ein weiteres operatives Vorgehen zu besprechen.

### 3.5.3.2. Intercondyläre Frakturen

Bei beiden Frakturen konnten trotz sorgfältiger Rekonstruktion Wachstumsstörungen nicht verhindert werden.

Der eine Junge (H.P.) hatte sich neben einer dislozierten intercondylären Femurfraktur mit Ausriß der Eminentia intercondylica (Aitken III) eine dislozierte Tibiakopffraktur zugezogen, bei der auch die Epiphysenfuge im medialen Bereich verletzt worden war (Aitken III). Es wurde offen reponiert; dann folgten Arthrotomie und Zugschraubenosteosynthese mit Spongiosaschrauben des Tibiakopfes und der Femurcondylen; die Eminentia intercondylica wurde mittels einer separaten Spongiosaschraube fixiert.

Ein Jahr nach Materialentfernung war das verletzte Bein um 1,7 cm verkürzt, die Beugung war nur bis  $60^{\circ}$  möglich, die Streckung im Kniegelenk war uneingeschränkt möglich. Das Schubladenphänomen war positiv und es war zu einer deutlichen Varisierung des verletzten Beins gekommen ( $13 - 15^{\circ}$ ). Der Junge wurde von uns in die orthopädische Poliklinik überwiesen; dort wurde ein halbes Jahr später eine Pendelosteotomie vorgenommen. Bei der jetzigen Nachuntersuchung, die 5 Jahre nach dem Unfall stattfand, fand sich

keinerlei Varusfehlstellung mehr, das Schubladenphänomen war weiterhin positiv und es bestand noch ein Beugedefizit von  $30^{\circ}$ . Außerdem war es zu einer Verkürzung der Beinlänge von 3 cm bei dem jetzt knapp 18 Jährigen gekommen.

Der andere Junge (C.K.) hatte sich als Insasse eines PKW im Rahmen eines Auffahrunfalls eine intercondyläre Femurfraktur mit Ausriß des Epicondylus medialis zugezogen (Aitken II), die 6,5 Monate verschraubt worden war. Nach der Materialentfernung war der Junge nicht mehr zur Kontrolle erschienen.

Zum jetzigen Nachuntersuchungszeitpunkt ( 3 Jahre nach der Fraktur ) klagte der Junge über keinerlei subjektive Beschwerden, den Eltern waren auch keinerlei Gangstörungen o.ä. aufgefallen. Die Bewegung war in Hüft- und Kniegelenk uneingeschränkt möglich, es fand sich keine Varus- oder Valgusfehlstellung, aber es bestand ein Beckenschiefstand von 3,5 cm zu Ungunsten der verletzten Seite, d.h. es war bei dem jetzt 15-jährigen Jungen zu einer Verkürzung des verletzten Beins um 3,5 cm mit nachfolgender re - li konvexer Skoliose gekommen. Der Junge wurde von uns zum Orthopäden überwiesen.

#### 3.5.4. Zusammenfassung

Frakturen am distalen Femur ohne Beteiligung der Epiphysenfugen heilen in der Regel ohne Komplikationen aus. Liegen die Frakturen jedoch in unmittelbarer Epiphysennähe oder handelt es sich um Epiphysenfrakturen kann nur eine genaue Rekonstruktion und wasser-dichte Adaptation u.U. eine Wachstumsstörung verhindern. Wichtig sind hier vor allem regelmäßige Nachkontrollen um gegebenenfalls rechtzeitig eine Behandlung einleiten zu können.

### 3.6. Zusammenfassung der Ergebnisse der Oberschenkelfrakturen

In der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München wurden von 1975 - 1981 141 Kinder mit 145 Frakturen im Oberschenkelbereich behandelt. Davon konnten 132 Frakturen (9 im proximalen, 111 im mittleren und 12 im distalen Bereich) hinsichtlich Behandlungsart und Frühergebnissen ausgewertet werden (ausgeschlossen wurden Frakturen infolge von Knochencysten). Tab. 36 zeigt die Behandlungsmethoden aufgeschlüsselt nach Frakturlokalisation.

Tab. 36: Behandlungsmethoden von Frakturen im Oberschenkelbereich (n=132)

| Behandlungsmethoden | Proximaler Oberschenkel |         | Oberschenkelschaft |         | Distaler Oberschenkel |         | Gesamt |         |
|---------------------|-------------------------|---------|--------------------|---------|-----------------------|---------|--------|---------|
|                     | n                       | % von n | n                  | % von n | n                     | % von n | n      | % von n |
| Konservativ         |                         |         |                    |         |                       |         |        |         |
| Beckengips          | -                       | -       | 6                  | 5,4     | -                     | -       | 6      | 4,5     |
| Pflasterextension   | 1                       | 11,1    | 58                 | 52,3    | 2                     | 16,7    | 61     | 46,2    |
| Gesamt              | 1                       | 11,1    | 64                 | 57,7    | 2                     | 16,7    | 67     | 50,7    |
| Operativ            |                         |         |                    |         |                       |         |        |         |
| KD Fixation         | 2                       | 22,2    | -                  | -       | 6                     | 50,0    | 8      | 6,1     |
| Zugschrauben OS     | 4                       | 44,4    | -                  | -       | 3                     | 25,0    | 7      | 5,3     |
| Platten OS          | 2                       | 22,2    | 37                 | 33,3    | 1                     | 8,3     | 40     | 30,3    |
| Marknagelung        | -                       | -       | 10                 | 9,0     | -                     | -       | 10     | 7,6     |
| Gesamt              | 8                       | 88,8    | 47                 | 42,3    | 10                    | 83,3    | 65     | 49,3    |
| Gesamt              | 9                       | 100,0   | 111                | 100,0   | 12                    | 100,0   | 132    | 100,0   |

Proximale Oberschenkelfrakturen wurden zu 88,8% (n=8), distale Frakturen zu 83,3% (n=10) operativ versorgt, Oberschenkelschaftfrakturen jedoch nur zu 42,3% (n=47). Insgesamt wurden Frakturen im Oberschenkelbereich zu 50,7% konservativ und zu 49,3% operativ behandelt.

Tab. 37: Frühkomplikationen nach Frakturen im Oberschenkelbereich  
(n=132)

| Frühkomplikationen             | Proximaler Oberschenkel n' = 9 |          | Oberschenkelschaft n' = 111 |          | Distaler Oberschenkel n' = 12 |          | Gesamt n = 132 |         |
|--------------------------------|--------------------------------|----------|-----------------------------|----------|-------------------------------|----------|----------------|---------|
|                                | n'                             | % von n' | n'                          | % von n' | n'                            | % von n' | n              | % von n |
| Konservativ                    |                                |          |                             |          |                               |          |                |         |
| Hautnekrosen                   | -                              | -        | 3                           | 2,7      | 1                             | 8,3      | 4              | 3,0     |
| Bohrdraht OM                   | -                              | -        | 1                           | 0,9      | -                             | -        | 1              | 0,8     |
| Peronäuslähmung                | -                              | -        | 1                           | 0,9      | -                             | -        | 1              | 0,8     |
| Gesamt                         | -                              | -        | 5                           | 4,5      | 1                             | 8,3      | 6              | 4,6     |
| Operativ                       |                                |          |                             |          |                               |          |                |         |
| Frakturheilungsstörung         | 1                              | 11,1     | 11                          | 9,9      | 1                             | 8,3      | 13             | 9,8     |
| BKS ↑; T ↓ 30°;<br>Antibiotika | 1                              | 11,1     | 7                           | 6,3      | 3                             | 25,0     | 11             | 8,3     |
| Fadengranulome                 | 2                              | 22,2     | 3                           | 2,7      | 1                             | 8,3      | 6              | 4,5     |
| Thrombophlebitis               | -                              | -        | -                           | -        | 1                             | 8,3      | 1              | 0,8     |
| Gesamt                         | 4                              | 44,4     | 21                          | 18,9     | 6                             | 49,9     | 31             | 23,4    |
| Gesamt                         | 4                              | 44,4     | 26                          | 23,4     | 7                             | 58,2     | 37             | 28,0    |

Zu Frühkomplikationen war es insgesamt bei 28,0% (n=37) der Patienten gekommen; davon waren 83,8% (n=31) operativ behandelt worden. Am häufigsten traten diese bei Frakturen im distalen (58,2%) und im proximalen Bereich (44,4%) auf, bei denen auch der Anteil der operativ behandelten Frakturen am höchsten ist.

Nachuntersucht werden konnten 96 Kinder mit 100 Frakturen im Oberschenkelbereich. Davon klagten 26,1% (n=25) über subjektive Beschwerden; 76,2% (n=19) davon waren operativ versorgt worden.

Vgl. Tab. 38.

Tab. 38: Subjektive Beschwerden nach Frakturen im Oberschenkelbereich (n=96)

| Subjektive Beschwerden             | Prox. Os<br>n=6<br>n' | Osschaft<br>n=81<br>n' | Dist. Os<br>n=9<br>n' | Anzahl der<br>Kinder mit<br>Beschwerden<br>n % von<br>n=96 |      |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------|------|
| Beschwerden bei Witterungswechsel  | 1                     | 11                     | -                     | 12                                                         | 12,5 |
| Schmerzen bei Belastung            | 2                     | 4                      | 2                     | 8                                                          | 8,3  |
| Frühzeitiges Ermüden bei Belastung | 1                     | 6                      | 2                     | 9                                                          | 9,4  |
| Sonstiges                          | -                     | 6                      | -                     | 6                                                          | 6,2  |
| Anzahl der Kinder mit Beschwerden  | 3                     | 16                     | 2                     | 25                                                         | 26,1 |

Bezüglich Beinlängendifferenzen konnten die Ergebnisse von 87 Kindern ausgewertet werden. Tab. 39 gibt eine zusammenfassende Darstellung der gemessenen Differenzen.

Tab. 39: Beinlängendifferenzen nach Frakturen im Oberschenkelbereich (n=87)

| Beinlängen-<br>differenzen<br>(cm) | Proximaler Ober-<br>schenkel |          | Oberschenkelschaft |          | Distaler Ober-<br>schenkel |          | Gesamt |         |
|------------------------------------|------------------------------|----------|--------------------|----------|----------------------------|----------|--------|---------|
|                                    | n'                           | % von n' | n'                 | % von n' | n'                         | % von n' | n      | % von n |
| - 9,5                              | -                            | -        | -                  | -        | 1                          | 11,1     | 1      | 1,1     |
| - 3,5 bis - 1,6                    | -                            | -        | -                  | -        | 2                          | 22,2     | 2      | 2,3     |
| - 1,5 bis - 0,6                    | 1                            | 16,7     | 2                  | 2,8      | -                          | -        | 3      | 3,4     |
| - 0,5 bis - 0,1                    | -                            | -        | 4                  | 5,6      | 1                          | 11,1     | 5      | 5,7     |
| Keine LD                           | 3                            | 50,0     | 32                 | 44,4     | 3                          | 33,3     | 38     | 43,7    |
| 0,1 bis 0,5                        | -                            | -        | 14                 | 19,4     | 1                          | 11,1     | 15     | 17,3    |
| 0,6 bis 1,0                        | 1                            | 16,7     | 7                  | 9,7      | 1                          | 11,1     | 9      | 10,4    |
| 1,1 bis 2,0                        | 1                            | 16,7     | 11                 | 15,3     | -                          | -        | 12     | 13,8    |
| 2,1 bis 3,0                        | -                            | -        | 2                  | 2,8      | -                          | -        | 2      | 2,3     |
| Gesamt                             | 6                            | 100,0    | 72                 | 100,0    | 9                          | 100,0    | 87     | 100,0   |

Verkürzungen der verletzten Extremität traten bei 16,7% (n=1) der proximalen Frakturen, bei 8,4% (n=6) der Schaftfrakturen und bei 44,4% (n=4) der distalen Brüche auf; insgesamt bei 12,5% der Frakturen.

43,7% (n=38) aller Kinder wiesen keine Längendifferenz auf; zu Verlängerungen kam es ebenfalls bei 43,7% (n=38) der Kinder. Bei den proximalen Frakturen war dies in 33,4% (n=2) der Fall, bei den Schaftfrakturen in 47,2% (n=34) und bei den distalen Frakturen in 22,2% (n=2).

Die durchschnittliche Längendifferenz kann man aufgrund der zum Teil unterschiedlichen Frakturarten (z.B. Epiphysenfrakturen) nicht miteinander vergleichen.

### 3.7. Pathologische Frakturen infolge benigner Knochentumoren

Im Zeitraum von 1975 - 1981 wurden in der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München 9 Kinder wegen einer pathologischen Fraktur infolge eines benignen Knochentumors versorgt. Es handelte sich dabei um 7 Jungen und 2 Mädchen im Alter von 3 bis 14 Jahren. Bei einem Mädchen trat ein Rezidiv einer juvenilen Knochencyste auf, die schon 1974 erstmalig behandelt worden war.

In 7 Fällen hatten juvenile Knochencysten zur Fraktur geführt, bei einem Kind war es eine aneurysmatische Knochencyste und in einem anderen Fall handelte es sich um ein benignes Osteoblastom.

Zuerst soll hier eine kurze Zusammenfassung der Fälle gegeben werden, anschließend auf die Therapie im einzelnen eingegangen werden. Für die Zusammenstellung der Kasuistik wurden alte Krankenblattaufzeichnungen, Op-Befunde, Rö-Befunde und histologische Berichte verwendet; außerdem konnten alle Kinder nachuntersucht werden.

#### 3.7.1. Kasuistik

##### 3.7.1.1. Pathologische Frakturen im Oberschenkelbereich

S.A. 21.4.72 m Op 1980 Alter: 8 Jahre

Anamnese: Sturz beim Fahrradfahren

Aufn.bef: Oberschenkelschaftfraktur li bei juveniler Knochencyste am proximalen Oberschenkel

Therapie: Verschraubung der Fraktur; Excochleation und autologe Beckenkammpongiosaplastik

Histolog: Solitäre Knochencyste mit einer nicht mehr frischen Fraktur

Verlauf: Antibiotika: 1.-14.pOp; 3 Mo pOp: Beckengips ab; Belastung; 12 Mo pOp: Schraubenentfernung

NU u RÜ-: 3 Jahre pOp: Schmerzen bei Belastung, Sport und Druck;  
Ko. Bewegung seitengleich aktiv und passiv frei;  
Beckenschiefstand 1,5 cm li>re;  
RÜ: o.B.; keine Resthöhle sichtbar

B.S. 24.10.67 m Op 1976 Alter: 9 Jahre

Anamnese: Beim Laufen ausgerutscht und gestürzt

Aufn.bef: Spontanfraktur bei ausgedehnter juveniler Knochencyste  
am proximalen Oberschenkelschaft

Therapie: Excochleation und autologe Beckenkammspongiosaplastik;  
Plattenosteosynthese und Überträgerimplantation

Histolog: Juvenile Knochencyste

Verlauf: Feldtherapie: 4 Mo; Keine Antibiotikagabe; 2,5 Mo pOp: Lau-  
fen ohne Krücken, keine Beschwerden; 7 Mo pOp: Material-  
entfernung

1. NU u 20 Mo pOp: Noch einige Restcysten durch die nicht voll-  
RÜ-Ko ständig eingebaute Spongiosa; Beckenschiefstand li>re 1 cm

2. NU u 6 Jahre pOp: Deutliche Abflachung des li Femurkopfes;  
RÜ-Ko ansonsten o.B.; keine subjektiven Beschwerden; Beweglich-  
keit nicht eingeschränkt; Beckenschiefstand li>re 2,5 cm

F.A. 24.5.71 w Op<sub>1</sub> 1974 Op<sub>2</sub> 1975 Alter: 3 Jahre

Anamnese: Leichter Sturz

Spez. An: Luxatio congenitalis (mit Spreizhose behandelt)

Aufn.bef: Spontanfraktur im Bereich cystischer Knochenveränderungen  
des li Schenkelhalses; kastaniengroße runde Knochencyste

Therapie: Excochleation und autologe Beckenkammspongiosaplastik;  
AO - Versorgung mit Winkelplatte

Histolog: Juvenile Knochencyste

Verlauf: Keine Antibiotika; 4 Mo pOp: Beckengips ab; Belastung  
9 Mo pOp: Materialentfernung; RÜ: noch cystische Strukturen  
14 Mo pOp: R e z i d i v

Therapie: Excochleation und autologe Beckenkammspongiosaplastik;  
Plattenosteosynthese und Überträgerimplantation

Verlauf: Feldtherapie: 4 Mo; Antibiotika: bis 13. pOp;  
6 Mo pOp<sub>2</sub>: Materialentfernung

NU u RÜ- 3,5 Jahre pOp<sub>1</sub>: Klinisch und subjektiv beschwerdefrei;  
Ko Beckenschiefstand li>re 1 cm; mehrere Aufhellungen  
8 Jahre pOp<sub>1</sub>: RÜ: Deutliche Steilstellung des li Schen-  
kelhalses

R.M. 15.11.74 m Op 1980 Alter: 6 Jahre

Anamnese: Sturz im Kindergarten

Aufn.bef: Pertrochantere Oberschenkelfraktur li bei Knochencyste

Therapie: Excochleation und autologe Beckenkammspongiosaplastik;  
Abstützplatte nach AO

Histolog: Juvenile Knochencyste

Verlauf: Antibiotika: bis 9.pOp; 3 Mo pOp: Wärmegefühl li Oberschenkel,  $T > 38^{\circ}$ , Blutkultur: Strept. viridans; 6 Wo Sobell und Beckengips  
4,5 Mo pOp: Kein Anhalt für Osteomyelitis; Materialentfernung

NU u RÜ 2 Jahre pOp: Klinisch beschwerdefrei;  
Ko Beckenschiefstand li> re 1,5 cm  
RÜ: Kein Rezidiv; etwas irreguläre Strukturen; seitendifferente Antetorsion, aber artikulationsgerechte Stellung

### 3.7.1.2. Pathologische Frakturen im Oberarmbereich

H.M. 25.7.75 m Op 1980 Alter: 5 Jahre

Anamnese: Beim Ausziehen eines Pullovers plötzlich Schmerzen im li Oberarm für 2 Tage; 2 Wo später: Sturz beim Schlittensfahren

Aufn.bef: Schrägfraktur proximaler Oberarmschaft bei Knochencyste

Therapie: Excochleation und autologe Beckenkammspongiosaplastik;  
Plattenosteosynthese

Histolog: Juvenile Knochencyste

Verlauf: Keine Antibiotika; 8 Mo pOp: Materialentfernung

NU: 2 Jahre pOp: Klinisch beschwerdefrei;  
Armlänge li> re 0,5 cm

W.J. 27.9.64 m Op 1978 Alter: 14 Jahre

Anamnese: Sept 1977: Oberarmfraktur re; auswärts mit Ruhigstellung im Gips versorgt;  
Juli 1978: Beim Ballwerfen plötzlich starke Schmerzen im re Oberarm

Aufn.bef: Schrägfraktur in Schaftmitte; im Frakturbereich cystische Aufhellung

Therapie: Excochleation und autologe Beckenkammspongiosaplastik;  
Plattenosteosynthese

Histolog: Juvenile Knochencyste

Verlauf: Keine Antibiotika; 2,5 Mo pOp: Gips ab; gute Konsolidierung; noch umschriebener Defekt sichtbar;  
5,5 Mo pOp: Materialentfernung

NU u RÖ- 4,5 Jahre pOp: "Knacksen" bei Bewegung öfters in Oberarm-  
Ko mitte; ansonsten beschwerdefrei;  
Armlänge re > li 2,5 cm  
RÖ: Deutlich verdickte Corticalis, feiner scharf begrenzter  
rautenförmiger Aufhellungsbezirk

H.M. 14.12.63 m Op 1977 Alter: 14 Jahre

Anamnese: Beim Fußballspielen gestürzt

Aufn.bef: Spontanfraktur bei ausgedehnter Knochencyste am re Oberarm in Schaftmitte

Therapie: Excochleation und Tamponierung mit Kieler Knochenspan

Histolog: Juvenile Knochencyste

Verlauf: Keine Antibiotika; 2 Wo pOp: Partielle Funktionsausfälle der vom N. radialis versorgten Unterarmstrecker; Neurolyse;  
1 Mo pOp: Transplantierte Knochen gut eingewachsen; Cyste total aufgefüllt, Corticalisunregelmäßigkeiten

NU: 5,5 Jahre pOp: Keine subjektiven Beschwerden, keine Bewegungseinschränkung, keine Armlängendifferenz; neurologisch o.B.

B.I. 2.2.69 m Op 1981 Alter: 12 Jahre

Anamnese: Vor 4 Jahren Fraktur li Schultergelenk auswärts versorgt; Jetzt Sturz auf li Schulter

Aufn.bef: Pathologische Fraktur li proximaler Humerus bei großer aneurysmatischer Knochencyste

Therapie: Nach 2 Wochen Op: Excochleation und autologe Beckenkamm-spongiosaplastik; Neutralisationsosteosynthese

Histolog: Z.n. bereits länger zurückliegender Fraktur mit Zeichen einer noch deutlichen Knochenneubildung, keine Malignität, keine primäre aneurysmatische Knochencyste

Verlauf: Keine Antibiotika; 8 Mo pOp: Materialentfernung

NU u RÖ 1,5 Jahre pOp: Klinisch beschwerdefrei  
Ko RÖ: Gut durchbaut

B.D. 1.8.72 w Op 1977 Alter: 5 Jahre Vgl. Abb. 17

Anamnese: Sturz beim Schlittenfahren

Aufn.bef: Pathologische Oberarmschaftfraktur

Therapie: Verplattung; Probeexcision Histo: Benignes Osteoblastom

Verlauf: Nach 4 Wo Humerusresection, Fibulainterposition, Platten OS; 6 Mo Feldtherapie; 7 Mo n Frkt: Materialentfernung

NU u RÖ- 1,25 J: Fast normaler Humerus; kein Hinweis auf Rezidiv  
Ko 5 J: Klin. beschwerdefrei; kein Hinweis auf Tumorrezidiv

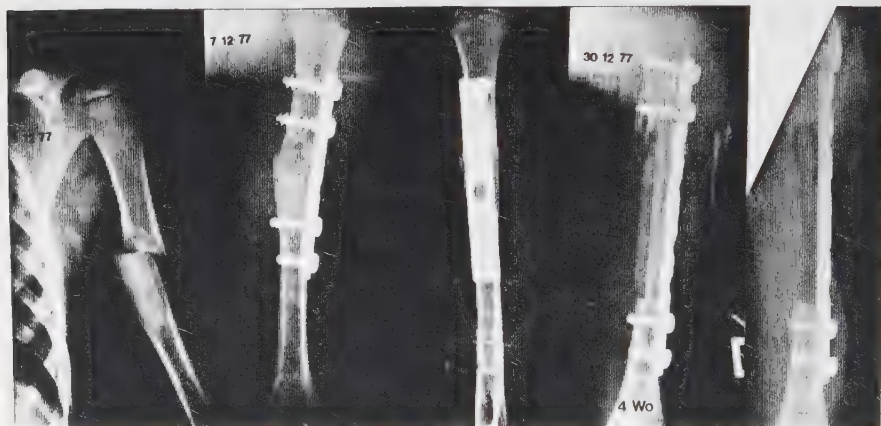


Abb. 17: Heilverlauf einer pathologischen Oberarmfraktur bei benignem Osteoblastom (5-jähriges Mädchen)

### 3.7.2. Juvenile Knochencyste (26;37;71)

#### 3.7.2.1. Allgemeines und Problematik

Die juvenile Knochencyste zählt zu den häufigsten benignen Knochentumoren im Kindesalter. Sie ist vor allem an den langen Röhrenknochen lokalisiert und zwar am häufigsten an den proximalen Metaphysen des Oberarms und Oberschenkels. Sie tritt vor allem bei Kindern zwischen 7 und 14 Jahren auf, wobei das männliche Geschlecht etwa doppelt so oft betroffen ist.

Die Problematik dieser expansiv wachsenden Cysten liegt nicht in der Erkrankung an sich, sondern beim Kind und Jugendlichen in ihrer Nähe zur Epiphysenfuge. Während am Oberarm eine Längendifferenz oder Achsenabweichung keine schwerwiegenden statischen Folgen hat, ist die Situation im Hüftbereich vollkommen anders.

ZENKER und STÜRZ (71) geben eine detaillierte Schilderung der Spätprobleme von juvenilen Knochencysten im Oberschenkelbereich; zum einen können Beinlängendifferenzen von mehr als 1,0 cm auftreten, es kann aber auch zu Veränderungen des Schenkelhalswinkels im Sinne einer vermehrten Varisierung oder Valgisierung kommen; sogar Veränderungen am Hüftkopf wie Deformation oder Nekrose können die Folge sein, sowie Wachstumsstörungen an der Hüftpfanne. Mit diesen Veränderungen muß man umso eher rechnen, je jünger die Kinder sind, je weiter die Cyste zur proximalen Epiphyse reicht und vor allem dann, wenn es zu einer pathologischen Fraktur in diesem Bereich gekommen ist, wie es bei allen von uns untersuchten Kindern der Fall war.

### 3.7.2.2. Krankengut

Das Durchschnittsalter der 7 mit einer pathologischen Fraktur infolge einer juvenilen Knochencyste behandelten Kinder lag bei 8,4 Jahren. Bei 6 der 7 Kinder handelte es sich um Jungen. Fünfmal (71,4%) war die linke Extremität betroffen, zweimal (28,6%) die rechte. 57,1% (n=4) der Frakturen waren im proximalen Oberschenkelbereich gelegen, 42,9% (n=3) im Oberarmbereich.

### 3.7.2.3. Behandlung

Tab. 40: Behandlungsmethoden bei juvenilen Knochencysten (n=7)

| Behandlungsmethode        | Oberschenkel |      |      |      | Oberarm |      |       | Gesamt |
|---------------------------|--------------|------|------|------|---------|------|-------|--------|
| Patient                   | S.A.         | B.S. | F.A. | R.M. | Ho.M.   | W.J. | Ho.M. | n      |
| Excochleation             | x            | x    | x    | x    | x       | x    | x     | 7      |
| Autologe Spongiosoplastik | x            | x    | x    | x    | x       | x    |       | 6      |
| Kieler Knochenspan        |              |      |      |      |         |      | x     | 1      |
| Verschraubung             | x            |      |      |      |         |      |       | 1      |
| Platten OS                |              | x    | x    | x    | x       | x    |       | 5      |
| Feldtherapie              |              | x    | x    |      |         |      |       | 2      |

Wie aus Tab. 40 ersichtlich ist, war die bevorzugte Behandlungsmethode von juvenilen Knochencysten sowohl im Oberschenkel-, wie auch im Oberarmbereich die Excochleation der Cyste, danach das Auffüllen mit autologer Spongiosa aus dem Beckenkamm und anschließend Stabilisierung der Fraktur mittels Platten- oder Zugschraubenosteosynthese. Nur in einem Fall (14,3%) (Ho.M.) mußte wegen der Größe des Defektes (12 cm Cystenlänge) Kieler Knochenspan zusammen mit Corticalisspänen zur Füllung des Defektes verwendet werden.

#### 3.7.2.4. Frühkomplikationen und Rezidive

Nur bei 2 Kindern (28,6%) kam es zu Frühkomplikationen. Bei einem Jungen (R.M.) kam es nach 3 Monaten zu Temperaturerhöhung, Beschleunigung der BKS und Nachweis von Streptokokkus viridans in der Blutkultur. Deshalb wurde für 6 Wochen der Beckengips erneuert und außerdem Sobelin gegeben. Der Verdacht auf eine Osteomyelitis konnte allerdings nicht bestätigt werden. Bei dem Jungen (Ho.M.), bei dem der Kieler Knochenspan zur Tamponade verwendet worden war, kam es zu einer Verbackung des Nerven im Narbengewebe und es mußte eine Neurolyse vorgenommen werden.

Zum Rezidiv kam es nur bei einem Mädchen (14,3%), das schon 1974 operiert worden war. Aber auch hier konnte nach nochmaliger Excochleation und Spongiosaplastik sowie Plattenosteosynthese und Feldtherapie die Cyste zur Ausheilung gebracht werden.

#### 3.7.2.5. Spätergebnisse

##### Oberschenkelbereich

Schmerzen bei Belastung, Sport u.ä. hatte nur ein Junge (S.A.). Die anderen 3 Kinder (75%) waren zum Nachuntersuchungszeitpunkt (durchschnittlich 4,75 Jahre nach der Fraktur) subjektiv beschwerdefrei. Bei allen Kindern war die Bewegung aktiv und passiv seitengleich uneingeschränkt möglich, es bestand auch bei keinem Kind der Hinweis auf arthrotische Veränderungen im Hüft oder Kniegelenk.

Bei allen Kindern bestand ein Beckenschiefstand mit Hochstand der verletzten Seite. Dieser betrug durchschnittlich 1,6 cm; er vari-

ierte zwischen 1 cm und 2,5 cm. Diese Längendifferenz ist sicherlich nicht alleine auf eine Verlängerung der betroffenen Extremität zurückzuführen, sondern meist auf eine Veränderung im Hüftbereich, was sich anhand der Röntgenaufnahmen verifizieren läßt. So wurden bei 3 Kindern (75%) röntgenologische Veränderungen im Hüftgelenk nachgewiesen, die eventuell ein späteres operatives Vorgehen notwendig machen, um eine frühzeitige Coxarthrose zu verhindern. So kam es bei B.S. zu einer deutlichen Abflachung des Hüftkopfes, bei F.A. hatte eine Valgisierung des Schenkelhalses stattgefunden und bei R.M. hatte sich der Antetorsionswinkel verändert, d.h. es hatte sich ein Rotationsfehler entwickelt. Nur bei S.A. war keinerlei Veränderung im Hüftbereich erkennbar; bei ihm hatte allerdings als einzigem die Fraktur noch im proximalen Schaftbereich gelegen. In keinem Fall ergab sich ein Hinweis auf ein Rezidiv der Knochencyste.

#### Oberarmbereich

Nur ein Junge (33,3%) klagte bei der Nachuntersuchung (durchschnittlich 4 Jahre nach der Fraktur) über subjektive Beschwerden: Bei Bewegung verspürte er ein "Knacksen" im Bereich der ehemaligen Knochencyste. Es ließ sich kein Hinweis für ein Rezidiv der Cyste oder ein anderes pathologisches Geschehen in diesem Bereich finden. Die anderen Kinder (66,7%) waren subjektiv völlig beschwerdefrei. Bei keinem der drei Kinder ließen sich Bewegungseinschränkungen im Ellbogen- oder Schultergelenk feststellen; auch bei Ho.M. ließen sich keine Zeichen der ehemaligen Radialisparese mehr finden. Bei zwei Kindern war es zu einer Verlängerung der betroffenen Ex-

tremität gekommen (0,5 und 2,5 cm) in einem Fall waren beide Arme gleich lang.

### 3.7.3. Andere benigne Knochentumoren

#### 3.7.3.1. Aneurysmatische Knochencyste (26)

Ihr Prädilektionsalter liegt zwischen dem 10. und 12. Lebensjahr. Ihre bevorzugte Lokalisation ist eigentlich solitär an flachen Knochen wie Becken und Wirbelsäule. In unserem Fall (B.I.) war sie am proximalen Humerus gelegen.

Die Behandlung war analog der bei der juvenilen Knochencyste, nämlich Excochleation, Auffüllen mit autologer Spongiosa und Plattenosteosynthese.

Es kam zu keinerlei Frühkomplikationen und zu keinem Rezidiv. Bei der Nachuntersuchung 1,5 Jahre nach der Operation war der Junge subjektiv und klinisch beschwerdefrei; im Röntgenbild ergab sich kein Hinweis auf ein Rezidiv oder eine Fehlstellung.

#### 3.7.3.2. Benignes Osteoblastom

Hier wurde eine Humerusteilresektion durchgeführt, um einem Rezidiv oder einer Entartung vorzubeugen. Auch hier kam es zur völligen Ausheilung innerhalb von 7 Monaten. Vgl. Abb. 17 (S. 126)

Nach 1,5 Jahren lag wieder ein fast normaler Humerus vor und auch nach 5,5 Jahren ergab sich keine Änderung des Befundes. Klinisch war das Kind ebenfalls völlig beschwerdefrei.

#### 3.7.4. Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Behandlung von pathologischen Frakturen waren bei Oberarmfrakturen in jeder Beziehung einwandfrei, im Hinblick auf Rezidive u.ä. auch bei den Oberschenkelfrakturen; allerdings traten hier bei 75% (n=3) der versorgten Frakturen Spätfolgen durch Fehlstellungen im Hüftgelenk auf.

Bei den nicht pathologischen Oberschenkelfrakturen im proximalen Femurbereich fand sich in unserem Krankengut kein Hinweis auf derartige Veränderungen (Vgl. 3.3.3.); diese sind somit wohl hauptsächlich auf die primäre Ausdehnung der Cyste in den Epiphysenbereich des proximalen Femurs zu erklären. Dieser Unterschied schlägt sich auch in den Behandlungsergebnissen hinsichtlich Beckenschiefstand nieder. Während bei den nicht pathologischen Oberschenkelfrakturen im proximalen Femurbereich nur die Hälfte der Kinder (n=3) einen Beckenschiefstand zeigte (dabei handelte es sich zweimal um Verlängerungen und einmal um eine Verkürzung der betroffenen Extremität), trat bei den pathologischen Frakturen in allen Fällen ein Beckenschiefstand zugunsten der verletzten Seite von durchschnittlich 1,6 cm auf.

Dies alles macht deutlich, daß Patienten mit pathologischen Frakturen infolge von Knochencysten in besonders hohem Maße unserer aufmerksamen Kontrolle bis zum Ende des Wachstumsalters bedürfen, wobei hier auch Röntgenkontrollen gerechtfertigt sind, um pathologische Veränderungen rechtzeitig erkennen und gegebenenfalls korrigieren zu können.

### 3.8. Behandlung offener Frakturen im Kindesalter (5;62)

Während früher die Osteosynthese bei offenen Frakturen fast als Kunstfehler betrachtet wurde, und bei Kindern in besonderem Maße, hat sich diese Meinung heute grundlegend geändert, seitdem die Methoden der Osteosynthese durch die AO wesentlich verbessert wurden.

#### 3.8.1. Klassifizierung offener Frakturen

Kindliche offene Frakturen werden genauso wie solche beim Erwachsenen in drei Schweregrade eingeteilt:

- Grad I    Entstehung der offenen Fraktur durch Anspießung von innen nach außen. Ursache ist meist eine indirekte Gewalteinwirkung; die Hautwunde ist meist minimal.
- Grad II   Entstehung durch direkte Gewalteinwirkung von außen mit noch beherrschbarer Wunde; der Knochen bricht unter der Gewalteinwirkung des eindringenden Gegenstandes.
- Grad III   Schwerste Gewalteinwirkung von außen mit ausgedehnten Haut- und Weichteilzerstörungen, starker Verschmutzung und oft zusätzlicher Gefäß- und Nervenläsion.

#### 3.8.2. Eigenes Krankengut

Wir suchten in unserem eigenen Krankengut der Jahre 1975 - 1981 nach offenen Frakturen und konnten von 14 Patienten mit 16 offenen Frakturen den gesamten Heilverlauf, v.a. während der ersten Wochen bezüglich Wundversorgung, Antibiotikagabe, Frakturbehandlung u.ä. im wesentlichen nachvollziehen.

Es handelte sich dabei um 9 offene Frakturen I. Grades, um eine Fraktur II. Grades und um 6 Frakturen III. Grades.

### 3.8.3. Kasuistik und Darstellung der Behandlung

#### 3.8.3.1. Offene Frakturen I. und II. Grades

Tao. 41: Offene Frakturen I. und II. Grades

| Patient               | Frakturart/Weichteilschaden                                                 | Therapie                                                                                    | Wund/Frakturenheilung                                     | Antibiotika                            |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| S.S. 53 w<br>2. 9.73  | supracond. Humerusfrkt;<br>5cm Rißwunde                                     | Off. Reposition; KO; Wundverschluss; Feldtherapie 4.-13.pdp                                 | Wu: primär<br>Fr: o.B.                                    | bis 8.pdp                              |
| M.C.113 w<br>9.11.68  | supracond. Humerusfrkt;<br>prox Fragment durchgespielt (3cm)                | Off. Reposition; KO; Wundverschluss                                                         | Wu: primär<br>Fr: verzögert;<br>schlechte Stellung        | bis 12.pdp                             |
| D.O. 23 w<br>3. 2.75  | Humeruschaftfrkt; dist. Fragment durchgespielt;<br>2x3cm verschmutzte Wunde | Off. Reposition; KO; Wundverschluss                                                         | Wu: primär<br>Fr: o.B.                                    | Keine                                  |
| E.L.123 w<br>4. 9.69  | Claviculafrkt; 1x1cm Wunde                                                  | Wunddebridement; Wundverschluss; Rucksackverband                                            | Wu: primär<br>Fr: o.B.                                    | Keine                                  |
| S.C.123 w<br>5.11.65  | Femurschaftfrkt; 2x3cm Wunde                                                | Supracond. Drahtextension; Wundverschluss; 13.pdp off. Reposition; Verplattung              | Wu: schmieriges Exsudat<br>Fr: o.B.                       | 11. bis 31.pdp                         |
| C.C.113 w<br>30. 9.68 | Tibia+Fibulaquerfrkt;<br>2x2cm Wunde                                        | Reposition mit äußerem Spanner; 6.pdp Nachtreas.                                            | Wu: primär<br>Fr: o.B.                                    | bis 10.pdp                             |
| M.N. 83 w<br>5. 1.68  | Tibia+Fibulaschraffrkt;<br>Tibladurchschlaßung;<br>2,5x2cm Wunde            | Reposition mit äußerem Spanner; 2 Mo Feldtherapie                                           | Wu: primär<br>Fr: Pseudarthrose<br>anschl. Verplattung    | nach Pseudarthrose (2 Mo)<br>bis 7.pdp |
| M.R. 93 m<br>9. 7.67  | Tibia+Fibulaquerfrkt;<br>3x4cm Wunde                                        | Wundversorgung; Reposition; Oberschenkelgips; 27.pdp Nachreposition; 4.-41.pdp Feldtherapie | Wu: primär<br>Fr: verzögert                               | bis 7.pdp                              |
| O.O.133 m<br>19. 6.55 | Tibiadrückerfrkt;mehrere oberflächl. Rißwunden                              | Wundversorgung; Reposition im äußeren Spanner; 5 Mo Feldtherapie                            | Wu: Nekrosen<br>Fr: Nach 1. Wo off. Reposition; PlattenOS | bis 4.pdp                              |
| N.C. 93 w<br>28. 5.58 | Tibia+Fibulaquerfrkt; 2cm tiefe quere Schnittwunde                          | Off. Reposition; Verplattung Wundverschluss; 4 Mo Feldtherapie                              | Wu: große Nekrosen; Verschleißelastik<br>Fr: o.B.         | Lokal                                  |

Wie aus Tab. 41 hervorgeht wurde bei offenen Frakturen I. und II. Grades immer primär ein Wundverschluß durchgeführt (n=10). In 70% (n=7) der Fälle heilte die Wunde primär; einmal kam es zur eitrigen Exsudation aus der Wunde; nach Eröffnung und Reinigung der Wunde kam es zu problemloser Wundheilung. In 2 Fällen (20%) entstand eine Nekrose im Wundgebiet; beide Male hatten größere Defekte auf der Tibiavorderkante vorgelegen. In einem Fall konnte die Nekrose nicht konservativ zur Abheilung gebracht werden und es mußte eine Verschiebeplastik zur Deckung des Defektes vorgenommen werden.

Bei den Frakturen der oberen Extremität (n=4) erfolgte die Frakturbehandlung genauso, wie es bei geschlossenen Frakturen der Fall gewesen wäre: So wurden die drei Oberarmfrakturen offen reponiert und mit Kirschnerdraht fixiert, die Claviculafraktur mit einem Rucksackverband versorgt. Nur in 1 Fall (25%) war die Frakturheilung verzögert.

Bei den Frakturen der unteren Extremität handelte es sich um eine Oberschenkelfraktur und fünf Unterschenkelfrakturen. Hier wurde nur einmal primär offen reponiert und verplattet (offene Fraktur II. Grades), zweimal hingegen wurde zuerst extendiert und nach 1 bis 2 Wochen erst verplattet, um das Infektionsrisiko zu vermindern. 3 Unterschenkelfrakturen (60% der Unterschenkelfrakturen) wurden primär im äußeren Spanner reponiert. Nur in einem Fall verlief die weitere Frakturheilung nach nochmaliger Reposition ungestört; in einem Fall wurde nach einer Woche offen reponiert und verplattet; beim dritten Kind kam es nach 9 Wochen zur Ausbildung einer Pseudoarthrose, die auch verplattet werden mußte. Eine Unter-

schenkelfraktur wurde nur manuell reponiert; auch hier mußte nach 4 Wochen nachreponiert werden und die Frakturheilung war insgesamt verzögert.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß die operative Versorgung mit Kirschnerdrähten immer primär durchgeführt wurde; zwei Drittel der geplanten Verplattungen allerdings aufgeschoben wurden, wohl um die Infektionsgefahr zu verringern. Bei der Reposition von Unterschenkelfrakturen im äußeren Spanner ist allerdings große Vorsicht geboten, zum einen hinsichtlich einer Hyperextension der Fragmente, zum anderen, daß es zu keinem Abrutschen des Bruches durch zu geringe Spannung kommt.

Antibiotika wurden primär in 60% (n=6) der Fälle verordnet und durchschnittlich 11 Tage lang gegeben. Feldtherapie wurde fünfmal angewandt, davon aber nur dreimal mit implantiertem Überträger.

#### Spätergebnisse

9 Kinder (90%) konnten nachuntersucht werden; dabei klagte keines der Kinder über subjektive Beschwerden; die Narbe von der Wunde war in allen Fällen reizlos; nur bei einem Mädchen (K.C.) bestand eine Bewegungseinschränkung nach einer supracondylären Humerusfraktur (Beugedefizit von 5°).

Zu Längendifferenzen war es bei den Humerusfrakturen (n=2) nur bei einem Kind gekommen (D.D. + 0,5 cm). Bei den Frakturen der unteren Extremität (n=6) traten bei einem Drittel der Kinder keine Längendifferenzen auf, bei 2 Kindern war die verletzte Seite um einen halben Zentimeter verlängert und beim letzten Drittel um einen Zentimeter.

Tab. 42: Offene Frakturen III. Grades

| Patient                | Frakturart/Weichteilschaden                                                                                          | Therapie                                                                                                                                                                             | Wund/Fraktureheilung                                                                                                                                                                                     |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| K.W. 3J m<br>30.11.72  | Quetschung des re DA mit Humerusfraktur, Nervenläsion, Muskelzerfetzung und Hautab-<br>lederung                      | Verplastung, Nervenreinnat,<br>Wundverschluss<br>3Mo Wundrevision<br>9Mo Platte ex, Neurolyse                                                                                        | Wu: nach Wundrevision o.B.<br>F: o.B.<br>allg Kompl: Thrombophlebi-<br>tis und Abzess lt. Ws                                                                                                             |
| B.C. 13J w<br>14. 4.64 | Kompl. Usfkt; Durchspießung<br>d. prox. Fragments; 6x5cm aus-<br>gefranzte Wunde; Perlost u.<br>Muskulatur zerfetzt  | Verplastung; Verlagerung d.<br>Wunde auf Tibiaaußenseite<br>durch Verlängerung; Wund-<br>verschluss<br>10Mo Teilplatten ex;<br>13Mo Restplatte ex;                                   | Wu: Nekrosenbildung; Wunde<br>nach 7Mo abgeheilt; 13 Mo<br>pOp Verschiebeplastik                                                                                                                         |
| S.J. 10J m<br>15. 3.70 | Kompl. Usfkt; Durchspießung<br>d. prox. u. dist. Fragments;<br>4cm Hautbrücke; Quetschungen                          | Platten- und Zugschrauben OS<br>Wundrevision, Debridement;<br>spannungsfreier Teilwund-<br>verschluss;<br>8Mo Reosteosynthese wegen<br>Pseudoarthrose<br>12Mo nach ReOS; Platte ex   | Wu: Nekrosenbildung; Nekro-<br>senabtragung; 6Mo gute Gra-<br>nulation; 10Mo verschorfte<br>Nekrose; danach o.B.<br>F: Resektion eines Knochen-<br>fragmentes ( Pseudoarthrose)<br>20Mo Fkt konsolidiert |
| W.H. 9J m<br>25. 6.66  | Kompl. Usfkt; Trümmerfkt;<br>Circul. Hautabdeckung Tibia-<br>mitte (Haut 12x5cm; Tibia-<br>defekt 2x3cm)             | Wunddebridement; Rekonstruk-<br>tion re. u. l.; Verplastung;<br>spannungsfreier Teilwund-<br>verschluss<br>1Mo intramed. Spül Drainage<br>Osteomyelitis; 2 Refraktu-<br>ren mit ReOS | Wu: 3Mo Muskelhautplastik; meh-<br>rere Wundrevisionen, Haut-<br>transplantationen, Mesh Graft<br>Transplantate, gestielte Haut-<br>lappenplastik; nach 20Mo<br>letzte Hauttransplantation               |
| E.L. 12J w<br>4.9.69   | Kompl. Usfkt; Durchspießung<br>d. prox. Tibia; zwei große<br>stark verschmutzte Wunden                               | Wunddebridement; Fixateure<br>externe; Hautverschluss nur<br>teilweise; 5x3cm defekt                                                                                                 | Wu: Bei Verlegung nach 1Mo nicht<br>abgeschlossen; Staph. aureus<br>F: 7Mo Fixat. ext. ab; verzö-<br>gerte Heilung; u.a. Osteomy.                                                                        |
|                        | Surracond. Humerusrümmerfkt<br>Capitulum u. Trochlea numeri<br>auseinandergerissen; Muskula-<br>tur u. Haut zerfetzt | Wunddebridement; Reposition<br>Drahtschlinge; prim. Haut-<br>verschluss                                                                                                              | Wu: nach 1 Mo abgeschlossen<br>F: o.B.; schlechte Stellung<br>2 Mo Pininführung                                                                                                                          |

In 50% (n=3) der Fälle wurde primär ein völliger Wundverschluß vorgenommen. Dabei kam es nur einmal (E.L.) zu einer primären Wundheilung, einmal mußte die Wunde nach 3 Wochen revidiert werden und einmal kam es zur Nekrosenbildung.

In den restlichen 3 Fällen wurde die Wunde primär nur teilweise verschlossen, da zu große Hautdefekte vorhanden waren, um die Wunde spannungsfrei verschließen zu können. In keinem Fall kam es hier zur primären Wundheilung; bei einem Jungen konnte die Wunde erst nach 26 Monaten endgültig verschlossen werden.

Trotz der offenen Fraktur wurde bei allen Kindern primär operativ vorgegangen, es kam jedoch nur in einem Fall (16,7%) zur Entwicklung einer Osteomyelitis, in einem Fall wurde der Verdacht darauf geäußert und bei einem weiteren Kind bildete sich eine Pseudarthrose durch Resorption eines reimplantierten Knochenfragmentes. Bei allen anderen Brüchen (n=3) war die Frakturheilung ungestört. Antibiotika wurden primär bei allen offenen Frakturen III. Grades gegeben, wobei die Dauer zwischen 9 Tagen (B.C.) und 13 Wochen (W.J.) variierte. Feldtherapie wurde nur bei einem Jungen angewandt (W.J.), hier allerdings für insgesamt 12 Monate.

#### Spätergebnisse

Bis auf W.J. konnten alle Kinder mit offenen Frakturen III. Grades nachuntersucht werden.

Die 3 nachuntersuchten Kinder mit offenen Unterschenkelfrakturen III. Grades klagten über keinerlei subjektive Beschwerden; bei keinem der Kinder bestand eine Bewegungseinschränkung im Sprung- oder

Kniegelenk. Die Narbenverhältnisse waren bei allen Kindern reizlos, nur bei einem Jungen (S.J.) war das Narbengewebe pergamentartig verdünnt. Bei 2 Kindern war es zu einer Verlängerung der betroffenen Extremität um 0,5 cm gekommen, bei einem Kind bestand keine Längendifferenz.

Bei den Frakturen im Oberarmbereich war es jedoch zu schweren Funktionseinbußen gekommen: K.W. befindet sich jetzt, 7,5 Jahre nach dem Unfall, immer noch in regelmäßiger krankengymnastischer Behandlung, denn durch den großen Muskeldefekt und die Nervenläsion besteht noch eine Reduzierung der groben Kraft und eine eingeschränkte Beweglichkeit. Subjektive Beschwerden hat er keine und seine Narbe ist reizlos. Außerdem ist es zu einer Verlängerung des betroffenen Oberarms um 1,5 cm gekommen.

Bei E.L. war die Trümmerfraktur des Ellbogens in Rotationsfehlstellung ausgeheilt, außerdem war es durch die Verletzung der Wachstumsfuge zu einer verstärkten Varisierung gekommen. Weiterhin besteht eine Streckhemmung von  $20^{\circ}$  und eine Beugehemmung von  $30^{\circ}$ . Die Narbe ist zwar reizlos, aber relativ breit und pergamentartig verdünnt.

#### 3.8.4. Zusammenfassung

Ein primärer Wundverschluß wurde bei allen offenen Frakturen I. oder II. Grades durchgeführt, bei den Frakturen III. Grades in 50% (n=3) der Fälle. 80% (n=8) der Frakturen I. oder II. Grades wurden genauso behandelt, wie es bei einer geschlossenen Fraktur der Fall gewesen wäre, nur bei 20% wurde primär konservativ vorgegangen.

Offene Brüche III. Grades wurden alle operativ versorgt, um durch eine größere Stabilität der Knochenfragmente die Gefahr einer Osteomyelitis zu verringern.

Antibiotika wurden in der ersten Gruppe bei 60% der Kinder gegeben, bei Frakturen III. Grades in allen Fällen. Lokale Antibiotikabehandlung wurde primär nie durchgeführt, nur bei gestörter Wundheilung oder Infektion kam sie zur Anwendung.

Wund- oder Frakturheilungsstörungen traten bei 40% (n=4) der offenen Frakturen I. oder II. Grades auf (Vgl. Tab. 43). Bei den offenen Frakturen III. Grades wiesen 66,7% (n=4) der Frakturen Wundheilungsstörungen auf und die Hälfte (n=3) aller Frakturen Störungen der Bruchheilung; insgesamt traten, da diese Störungen meist kombiniert waren, in 66,7% (n=4) der Fälle Komplikationen auf.

Tab. 43: Komplikationen bei der Behandlung offener Frakturen (n=16)

| Komplikationen bei der Behandlung offener Frakturen |                 |                           |         |                              |         |
|-----------------------------------------------------|-----------------|---------------------------|---------|------------------------------|---------|
|                                                     | Gesamt-<br>zahl | Gestörte Wund-<br>heilung |         | Gestörte Fraktur-<br>heilung |         |
|                                                     | n               | n'                        | % von n | n'                           | % von n |
| Offene Fraktur I. <sup>o</sup>                      | 9               | 2                         | 22,2    | 1                            | 11,1    |
| Offene Fraktur II. <sup>o</sup>                     | 1               | 1                         | 100,0   | -                            | -       |
| Offene Fraktur III. <sup>o</sup>                    | 6               | 4                         | 66,7    | 3                            | 50,0    |
| Gesamt                                              | 16              | 7                         | 43,7    | 4                            | 25,0    |

Die offenen Frakturen I. und II. Grades sind bei allen Kindern folgenlos ausgeheilt; weiterhin zeigte sich, daß bei allen offenen Frakturen mit demselben vermehrten Längenwachstum wie nach geschlossenen Brüchen zu rechnen ist, wobei Pseudoarthrosen und Epiphysenbeteiligung auch hier zu einer Verkürzung führen.

### 3.9. Anwendung von elektromagnetischer Feldtherapie

In dem Beobachtungszeitraum von 1975 - 1981 wurde Feldtherapie nur in den Jahren 1975 - 1977 angewandt. In diesen 3 Jahren wurde dieses Verfahren bei einem Großteil der operativ behandelten Frakturen zur Verbesserung der Frakturheilung eingesetzt. Tab. 44 gibt einen Überblick über die Häufigkeit der Anwendungen in diesen 3 Jahren bei den in dieser Arbeit untersuchten Frakturarten.

Tab. 44: Häufigkeit der Anwendung von Feldtherapie in den Jahren 1975 - 1977 (n=24)

| Anwendungsbereich               | Operativ behandelte<br>Frakturen 1975 bis<br>1977<br>Gesamtzahl n | Feldtherapie |         |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------|---------|
|                                 |                                                                   | n°           | % von n |
| Proximale Oberschenkelfrakturen | 4                                                                 | -            | -       |
| Oberschenkelchaftfrakturen      | 31                                                                | 14           | 45,2    |
| Distale Oberschenkelfrakturen   | 6                                                                 | 1            | 16,7    |
| Pathologische Frakturen         | 4                                                                 | 3            | 75,0    |
| Offene Frakturen                | 10                                                                | 6            | 60,0    |
| Gesamt                          | 55                                                                | 24           | 43,6    |

Das Hauptanwendungsgebiet zeigte sich bei uns bei den Oberschenkelchaftfrakturen, bei den pathologischen Frakturen infolge Knochentumoren (benigne) und bei den offenen Brüchen.

Dieses Verfahren mit Hilfe von elektrodynamischen Potentialen Frakturheilungsvorgänge am Knochen zu beschleunigen wurde von KRAUS und LECHNER (29,30,38) für die klinische Anwendung weiterentwickelt. Während man anfangs die elektrischen und magnetischen Potentiale

perkutan applizierte, ging man in der Folgezeit dazu über, mittels eines implantierten Überträgers die elektrischen Potentiale direkt im Frakturbereich zu induzieren.

Diesem Verfahren liegt das Wolffsche Transformationsgesetz aus dem Jahre 1893 zugrunde (46): es besagt, daß Strukturform und -stärke des Knochens von der Art und der Intensität der funktionellen Belastung abhängen, also von der angreifenden mechanischen Spannung und der damit verbundenen elastischen Dehnung. Im Tierexperiment gelang es nun KRAUS und LECHNER (29,30,38) eine direkte Abhängigkeit zwischen Menge und Richtung des neugebildeten Knochens und der Stärke und der räumlichen Verteilung der applizierten elektrischen Energie zu zeigen. Unter dieser Annahme, daß man dieselbe elastische Dehnung auch durch Applikation von elektrischen Feldern erreichen kann, kann man weiterhin folgern, daß dieses oben erwähnte Wolffsche Transformationsgesetz ebenfalls durch elektrische Potentiale erfüllt werden kann. Weiterhin konnten sie noch einen positiven Einfluß der Feldtherapie auf die Neubildung von Gefäßen feststellen.

Andere Autoren allerdings konnten tierexperimentell keine eindeutigen Ergebnisse nachweisen. So berichten WILHELM und FELDMEIER (1975) (11) von einem positiven Einfluß bei der Ausheilung von Pseudoarthrosen; BLÜMER, OESTERN, SUREN u.a. (1976) (11) dagegen sahen röntgenologisch, szintigraphisch und morphologisch keine signifikante Beschleunigung der knöchernen Konsolidierung von reaktiven Pseudoarthrosen. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch BLÜMLEIN, Mc DANIEL, ZIEGLER und PERREN (11).

Die Problematik in der Anwendung dieses Verfahrens im klinischen Bereich liegt also hauptsächlich in der Tatsache, daß zwar kein negativer Effekt nachgewiesen werden konnte, allerdings auch kein eindeutig positiver. So existieren keine klinischen Studien, sondern nur Fallbeschreibungen, in denen scheinbar aussichtslose Fälle wieder geheilt werden konnten.

Die Anwendung der Feldtherapie in unserem Krankengut soll nun hinsichtlich ihres Einflusses auf die Frakturheilung (z.B. verzögerte Frakturheilung, Pseudoarthrose, Refraktur), die Implantationsdauer des Osteosynthesematerials und das Längenwachstum untersucht werden.

Feldtherapie wurde bei der Behandlung von Oberschenkelchaftfrakturen vor allem in einem Zeitraum verwendet, in dem die Marknagelung das operative Mittel der Wahl war (7 Marknagelungen, 7 Verplattungen). Daraus ergibt sich die Schwierigkeit festzustellen, ob eventuelle Unterschiede bezüglich der oben genannten Kriterien auf die Marknagelung oder auf die Anwendung der Feldtherapie zurückzuführen sind. In Tab. 45 wird das Krankengut bezüglich der Frakturarten (Zwei- bzw. Mehrfragmentfrakturen) untersucht, um die übrigen Ergebnisse besser bewerten zu können; denn es ist z.B. zu erwarten, daß ein Kollektiv mit einem hohen Prozentsatz an Trümmerfrakturen eine höhere Rate an Frühkomplikationen hat als eines das fast nur aus Querfrakturen besteht.

Aus Tab. 45 ist ersichtlich, daß bei den mit Feldtherapie versorgten Frakturen der Anteil der Mehrfragmentfrakturen mit 28,6% höher ist als bei den ohne Feldtherapie versorgten Frakturen.

Tab. 45: Behandlungsergebnisse nach Anwendung von Feldtherapie nach  
Oberschenkelshaftfrakturen (n=14)

| Feldtherapie                              | Marknagelung |       | Plattenosteosynthese |      | Gesamt |      |
|-------------------------------------------|--------------|-------|----------------------|------|--------|------|
|                                           | +            | -     | +                    | -    | +      | -    |
| Anzahl n                                  | 7            | 3     | 7                    | 30   | 14     | 33   |
| Quer-, Schräg-,<br>Spiralfrakturen        | 6            | 3     | 4                    | 25   | 10     | 20   |
| Anzahl n'<br>: von n                      | 85,7         | 100,0 | 57,1                 | 83,3 | 71,4   | 84,8 |
| Implantationsdauer<br>in Mo               | 6,0          | 6,2   | 7,7                  | 9,1  | 7,3    | 8,6  |
| Pseudarthrose                             | 1            | -     | -                    | -    | 1      | -    |
| Refaktur                                  | -            | -     | 2                    | 2    | 2      | 2    |
| V.a. Osteomyelitis                        | -            | -     | -                    | 2    | -      | 2    |
| Verzögerte Fraktur-<br>heilung            | 1            | -     | 1                    | 1    | 2      | 1    |
| Gesamtzahl n'                             | 2            | -     | 3                    | 5    | 5      | 5    |
| : von n                                   | 29,6         | -     | 42,9                 | 16,7 | 35,7   | 15,2 |
| Durchschnittlicher<br>Längenzuwachs in cm | entf         | entf  | 1,1                  | 1,2  | entf   | entf |

Trotzdem war die durchschnittliche Implantationsdauer des Osteosynthesematerials um ca 1,5 Monate kürzer. Allerdings waren Frakturheilungsstörungen erheblich häufiger als ohne zusätzliche Anwendung von Feldtherapie. Der durchschnittliche Längenzuwachs war bei beiden Therapieformen etwa gleich.

Somit läßt sich bei den von uns mit Feldtherapie versorgten Oberschenkelchaftfrakturen kein sicherer Hinweis darauf finden, daß durch diese Therapie die Frakturheilung verbessert würde. Denn es wird zwar in unserem Krankengut die Implantationsdauer verkürzt, der Prozentsatz der Frakturheilungsstörungen nimmt jedoch zu. Es zeigt sich aber, daß man nach Behandlung mit Feldtherapie nicht mit einem überdurchschnittlich vermehrten Längenwachstum rechnen muß, zu dem eine vermehrte Neubildung von Gefäßen im Epiphysenbereich, wie sie von der Feldtherapie induziert werden soll, führen könnte.

Auch bei den pathologischen Frakturen und den offenen Brüchen ließ sich kein Hinweis für den möglichen positiven Effekt der Feldtherapie hinsichtlich der Frakturheilung finden.

#### 4. Vergleich der Ergebnisse der Oberschenkelfrakturen mit einer Arbeit über den Zeitraum 1970 - 1974 von PLÜTZ (48)

Schwierigkeiten beim Vergleich beider Arbeiten ergaben sich vor allem dadurch, daß in der Arbeit von PLÜTZ keine durchgängige Unterteilung in proximale und distale Oberschenkelfrakturen sowie Schaftfrakturen erfolgte. Deshalb wurde im folgenden versucht, das eigene Krankengut und die Ergebnisse nach der Systematik von PLÜTZ zu ordnen und zu bewerten.

Zuerst soll das Gesamtkrankengut hinsichtlich seiner Zusammensetzung miteinander verglichen werden.

Tab. 46: Gesamtkrankengut Oberschenkelfrakturen der Jahre 1970 bis 1974 im Vergleich mit den Jahren 1975 bis 1981

| Gesamtkrankengut Oberschenkelfrakturen |                                           |         |                                           |         |                                           |         |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|---------|-------------------------------------------|---------|-------------------------------------------|---------|
| Zusammensetzung                        | 1970 - 1974<br>Kinder n=111<br>Frkt n=115 |         | 1975 - 1981<br>Kinder n=141<br>Frkt n=145 |         | 1970 - 1981<br>Kinder n=252<br>Frkt n=260 |         |
|                                        | n°                                        | % von n | n°                                        | % von n | n°                                        | % von n |
| Jungen                                 | 77                                        | 69,4    | 91                                        | 64,5    | 168                                       | 66,7    |
| Mädchen                                | 34                                        | 30,6    | 50                                        | 35,5    | 84                                        | 33,3    |
| Frakturursache                         |                                           |         |                                           |         |                                           |         |
| Verkehrsunfälle                        | 52                                        | 46,0    | 60                                        | 42,9    | 112                                       | 44,4    |
| Pathologische Frakturen                | 6                                         | 5,4     | 8                                         | 6,0     | 14                                        | 5,6     |
| Geburts-traumatische Frakturen         | 2                                         | 1,8     | 4                                         | 3,0     | 6                                         | 2,4     |
| Sonstiges                              | 51                                        | 46,0    | 69                                        | 48,1    | 120                                       | 47,6    |
| Frakturlokalisation                    |                                           |         |                                           |         |                                           |         |
| Proximales Femur                       | 9                                         | 8,0     | 11                                        | 7,6     | 20                                        | 7,7     |
| Femurschaft                            | 96                                        | 83,0    | 122                                       | 84,1    | 218                                       | 83,8    |
| Distales Femur                         | 10                                        | 9,0     | 12                                        | 8,3     | 22                                        | 8,5     |
| Frakturart                             |                                           |         |                                           |         |                                           |         |
| Querfraktur                            | 58                                        | 50,4    | 79                                        | 54,4    | 137                                       | 52,7    |
| Schräg/Spiralfraktur                   | 47                                        | 40,8    | 55                                        | 38,2    | 102                                       | 39,2    |
| Stück/Trümmerfraktur                   | 10                                        | 8,8     | 11                                        | 7,4     | 21                                        | 8,1     |
| Nachuntersuchte Kinder                 | 75                                        | 67,6    | 96                                        | 68,1    | 171                                       | 65,8    |

Wie aus Tab. 46 ersichtlich ist, ist die Zusammensetzung des Gesamtkrankengutes in beiden Zeiträumen ziemlich ähnlich, d.h. es sind gute Voraussetzungen zum Vergleich der Behandlungsergebnisse gegeben.

So handelte es sich ca um zwei Drittel Jungen und ein Drittel Mädchen; Hauptursache (ca 40%) waren Verkehrsunfälle; die pathologischen Frakturen hatten einen Anteil von ca 6%. Am häufigsten waren die Frakturen im Femurschaftbereich gelegen (ca 84%), im proximalen und distalen Bereich etwa gleich oft (ca 8%). Die häufigste Frakturart war die Querfraktur (ca 50%); Stück- oder Trümmerfrakturen waren etwa mit einer Häufigkeit von 8% vertreten. Nachuntersucht werden konnten beide Male knapp 70% der Frakturen. Deutliche Unterschiede allerdings zeigen sich, wenn man das Krankengut hinsichtlich der angewandten Behandlungsmethoden vergleicht.

Tab. 47: Gesamtkrankengut Oberschenkelfrakturen: Behandlungsmethoden (n = 260)

| Gesamtkrankengut Oberschenkelfrakturen |                                  |       |                                  |       |                                  |       |
|----------------------------------------|----------------------------------|-------|----------------------------------|-------|----------------------------------|-------|
| Behandlungsmethoden                    | 1970 - 1974<br>n' % von<br>n=115 |       | 1975 - 1981<br>n' % von<br>n=145 |       | 1970 - 1981<br>n^ % von<br>n=260 |       |
| Konservativ                            |                                  |       |                                  |       |                                  |       |
| Pflasterextension                      | 28                               | 24,3  | 66                               | 45,3  | 94                               | 36,2  |
| Extension anderer Art                  | 16                               | 13,9  | -                                | -     | 16                               | 6,2   |
| Gipsbehandlung                         | 5                                | 4,5   | 6                                | 4,4   | 11                               | 4,2   |
| Gesamt                                 | 49                               | 42,7  | 72                               | 49,7  | 121                              | 46,6  |
| Operativ                               |                                  |       |                                  |       |                                  |       |
| Marknagelung                           | 52                               | 45,1  | 12                               | 8,2   | 64                               | 24,6  |
| Verschraubung/Verplattung              | 10                               | 8,7   | 52                               | 35,9  | 62                               | 23,8  |
| Rush Pin/KD                            | 4                                | 3,5   | 9                                | 6,2   | 13                               | 5,0   |
| Gesamt                                 | 66                               | 57,3  | 73                               | 50,3  | 139                              | 53,4  |
| Gesamt                                 | 115                              | 100,0 | 145                              | 100,0 | 260                              | 100,0 |

In den Jahren 1975 - 1981 waren 7% mehr Frakturen konservativ behandelt worden als in den Jahren 1970 - 1974; eine Entwicklung, die sich auch in unserem eigenen Krankengut zeigte: Während 1975 bis 1977 durchschnittlich 60% der Kinder operativ versorgt worden waren, waren es in den Jahren 1978 bis 1981 nur mehr durchschnittlich 45% aller Kinder mit Frakturen im Oberschenkelbereich.

Auch innerhalb der Therapieformen zeigte sich ein Wandel: Während in den Jahren 1970 bis 1974 Pflasterextensionen nur ca zwei Drittel der endgültig angewandten Extensionsverfahren ausmachten und der Rest Extensionen anderer Art waren, wie Drahtextensionen, Bardeheuerextensionen u.ä., wurden in den Jahren 1975 bis 1981 nur Heftpflasterextensionen zur alleinigen Therapie verwandt; der Anteil der nur im Gips ruhiggestellten Frakturen war in beiden Zeiträumen gleich.

Noch deutlicher zeigte sich der Unterschied bei den operativen Behandlungsmethoden. Während im Zeitraum 1970 - 1974 Marknagelungen 78,7% der operativen Verfahren ausmachten, Plattenosteosynthesen hingegen nur 15,2%, wurde die Marknagelung in den Jahren 1975 bis 1981 nur bei 16,4% der operativ behandelten Oberschenkelfrakturen angewandt, Plattenosteosynthesen und Verschraubungen hingegen in 71,2%.

Da nun einerseits die Zusammensetzung des Gesamtkrankengutes weitgehend identisch ist, die Behandlungsmethoden aber unterschiedlich sind, bedeutet ein weiterer Vergleich der Arbeiten vor allem einen Vergleich zwischen den verschiedenen Behandlungsmethoden, hier vor allem Marknagelung und Plattenosteosynthese.

## Frühkomplikationen

PLÜTZ führt in ihrer Arbeit als einzige Frühkomplikation die Entstehung einer Pseudoarthrose nach Marknagelung auf. Infektionen waren keine aufgetreten.

Wenn man in unserer Arbeit als Frühkomplikationen nur das Auftreten von Pseudoarthrosen oder nachgewiesenen Infektionen bezeichnet, so kam es ebenfalls bei einer Marknagelung zur Entstehung einer Pseudoarthrose, bei den Plattenosteosynthesen kam es primär zu keiner Infektion, allerdings kam es viermal zur Refraktur.

## Subjektive Beschwerden

Tab. 48: Subjektive Beschwerden nach Oberschenkelfrakturen der Jahre 1970-1974 im Vergleich mit den Jahren 1975-1981

| Subjektive Beschwerden                       | 1970 - 1974 |          | 1975 - 1981 |          | 1970 - 1981 |          |
|----------------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
|                                              | Konservativ | Operativ | Konservativ | Operativ | Konservativ | Operativ |
| Gesamtzahl nachuntersuchter Kinder n         | 34          | 41       | 46          | 50       | 80          | 91       |
| Anzahl Kinder mit subjektiven Beschwerden n' | 3           | 11       | 6           | 19       | 9           | 30       |
| %-Anteil von n                               | 8,8         | 26,8     | 13,0        | 38,0     | 11,2        | 33,0     |

Der Anteil der Kinder mit subjektiven Beschwerden lag bei unserem Krankengut bei den konservativ behandelten Kindern um 4,2%, bei den operativ behandelten Kindern um 11,2% höher als im Zeitraum 1970-1974. Allerdings ist dieser erhöhte Prozentsatz nach operativem Vorgehen nicht auf den Unterschied der Behandlungsmethoden zurückzuführen; bei der Differenzierung nach Behandlungsmethoden

zeigte sich nämlich, daß bei Marknagelungen im Zeitraum 1975 - 1977 in 42,9% der Fälle subjektive Beschwerden zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung vorhanden waren, bei Plattenosteosynthesen nach Schaftfrakturen dagegen nur in 25% der Fälle; ein Wert, der sogar geringfügig unter dem Wert von PLÜTZ liegt.

#### Prüfung der Gelenkfunktion

Tab. 49 zeigt die Ergebnisse der Bewegungsprüfung und der Rotationsfehlerkontrolle. Auch hier zeigen sich interessante Unterschiede in den beiden Gruppen. Bewertet wurden nur Unterschiede von mehr als 5 Grad zwischen verletzter und unverletzter Seite.

Auffällig ist, daß im Zeitraum von 1970 - 1974 nur 46,9% der konservativ behandelten Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung keine Bewegungseinschränkung im Hüft oder Kniegelenk aufwiesen und nach Operation 60%. Dagegen war bei unseren Patienten bei 95,6% der konservativ und bei 90% der operativ behandelten Kinder die Beweglichkeit in Hüft- und Kniegelenk seitengleich frei.

Diese Ergebnisse sind bei der konservativen Behandlung unter Umständen durch den großen Anteil anderer Extensionen (1/3), bei operativer Behandlung sicher durch das Verfahren der Marknagelung erklärbar. Eine Bewegungseinschränkung im Hüft- oder Kniegelenk wird in der Literatur häufiger als mögliche Komplikation nach Marknagelung beschrieben, allerdings nie in derartig hohen Prozentsätzen wie bei PLÜTZ (Vgl. auch 5.)

Rotationsfehler, die sich bei der klinischen Untersuchung durch die nicht seitengleiche Dislocatio ad peripheriam äußern, traten

Tab. 49: Gesamtkrankengut Oberschenkelfrakturen: Prüfung der Gelenkfunktion und der Dislocatio ad peripheriam ( $n_K=78$ ;  $n_0=85$ )

| Zeitraum                       | 1970          | -             | 1974          | 1975          | -             | 1981          | 1970        | -        | 1981 |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|----------|------|
|                                | Konservativ   | Operativ      | Konservativ   | Operativ      | Konservativ   | Operativ      | Konservativ | Operativ |      |
|                                | n' % von n=32 | n' % von n=35 | n' % von n=46 | n' % von n=50 | n' % von n=78 | n' % von n=85 |             |          |      |
| Bewegungseinschränkung > 5°    |               |               |               |               |               |               |             |          |      |
| Hüftgelenk                     |               |               |               |               |               |               |             |          |      |
| Flexion                        | 3             | 3             | -             | -             | 3             | 3             | 3           | 3        |      |
| Abduktion                      | 2             | -             | -             | -             | 2             | -             | 2           | -        |      |
| Adduktion                      | 2             | 53,1          | 1             | 2,2           | 3             | 23,1          | 3           | 1        | 16,5 |
| Innenrotation                  | 9             | 5             | -             | 1             | 9             | 6             | 9           | 6        |      |
| Außenrotation                  | 1             | 3             | -             | 1             | 1             | 4             | 1           | 4        |      |
| Kniegelenk                     |               |               |               |               |               |               |             |          |      |
| Flexion                        | -             | 0,0           | 2             | 2,2           | 3             | 1,3           | -           | 5        | 5,9  |
| Extension                      | -             | -             | -             | 1             | -             | -             | 1           | -        |      |
| Dislocatio ad peripheriam > 5° |               |               |               |               |               |               |             |          |      |
| Außenrotation                  |               |               |               |               |               |               |             |          |      |
| 5 - 10°                        | 2             | 12,5          | 5             | 1             | 2,2           | 1             | 3           | 6        | 14,1 |
| > 10°                          | 2             | -             | 6             | -             | -             | -             | 2           | 6        |      |
| Innenrotation                  |               |               |               |               |               |               |             |          |      |
| 5 - 10°                        | -             | 6,2           | 1             | 1             | 2,2           | 1             | 1           | 2        | 3,5  |
| > 10°                          | 2             | -             | 1             | -             | -             | -             | 2           | 1        |      |

im Zeitraum von 1970 - 1974 nach operativer Behandlung gehäuft auf (37,1% gegenüber 18,7% nach konservativer Behandlung). Bei PLÜTZ wurden diese z.T. auch durch spezielle Aufnahmen des Ante-torsionswinkels verifiziert. Diese Tatsache wird von PLÜTZ auf die Anwendung der Marknagelung zurückgeführt, da aufgrund der beim Kind verwendeten dünnen Marknägel eine erhebliche Rotationsinstabilität der Frakturrenden vorhanden sei.

Bei unserem Krankengut traten nur jeweils in ca 4% nach konservativer und operativer Behandlung Rotationsfehler von mehr als  $5^{\circ}$  auf, die aber nicht  $10^{\circ}$  überschritten.

#### Beinlängenmessung

Es werden nun die Ergebnisse der Beinlängenmessung miteinander verglichen, wobei in beiden Gruppen nur die Schaftfrakturen berücksichtigt werden. Außerdem werden bei der operativen Behandlung der Jahre 1970 - 1974 nur die Marknagelungen berücksichtigt, in den Jahren 1975 - 1981 nur die Plattenosteosynthesen, um einen Vergleich zwischen beiden Therapieformen zu ermöglichen. (Vgl. Tab. 50)

Bei der konservativen Behandlung ist der Unterschied der durchschnittlichen Längendifferenzen (0,67/0,24) wohl am ehesten durch das Ausmaß der primären Verkürzung in beiden Gruppen erklärbar; so variierte die primäre Verkürzung in den Jahren 1970 - 1974 zwischen 0,2 und 3,2 cm, bei unseren Patienten jedoch zwischen keiner Verkürzung und 2,0 cm. Dadurch bedingt dürfte es einerseits zu einer größeren relativen Verlängerung gekommen sein, anderer-

Tab. 50: Gesamtkrankengut 1970 - 1981: Beinlängendifferenzen bei Oberschenkelkraftfrakturen ( $n_k=65$ ;  $n_o=55$ )

| Längendifferenzen<br>(cm)                   | 1970                            |                              | 1974                            |                              | 1975                            |                              | 1981                            |                              | 1970                            |                              | 1981                            |                              |
|---------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
|                                             | Konservativ<br>n' % von<br>n=24 | Operativ<br>n' % von<br>n=28 | Konservativ<br>n' % von<br>n=41 | Operativ<br>n' % von<br>n=27 | Konservativ<br>n' % von<br>n=41 | Operativ<br>n' % von<br>n=27 | Konservativ<br>n' % von<br>n=65 | Operativ<br>n' % von<br>n=55 | Konservativ<br>n' % von<br>n=65 | Operativ<br>n' % von<br>n=55 | Konservativ<br>n' % von<br>n=65 | Operativ<br>n' % von<br>n=55 |
| - 1,5 bis - 1,1<br>- 1,0 bis - 0,6          | -<br>4                          | -<br>16,7                    | -<br>-                          | -<br>-                       | 1<br>2,4                        | -<br>-                       | 1<br>1,5                        | -<br>-                       | 5<br>7,7                        | -<br>-                       | -<br>-                          | -<br>-                       |
| - 0,5 bis - 0,1<br>Keine LD                 | 4<br>3                          | 16,7<br>12,5                 | 2<br>-                          | 1<br>-                       | 2<br>5                          | 3,7<br>18,5                  | 6<br>9,2                        | 3<br>5,5                     | 28<br>43,1                      | 5<br>9,1                     | 3<br>5,5                        | 5<br>9,1                     |
| 0,1 bis 0,5                                 | 7                               | 29,2                         | 4                               | 14,3                         | 11                              | 26,9                         | 2                               | 7,4                          | 18                              | 27,8                         | 6                               | 10,9                         |
| 0,6 bis 1,0                                 | 5                               | 20,8                         | 8                               | 28,7                         | 1                               | 2,4                          | 6                               | 22,2                         | 6                               | 9,2                          | 14                              | 25,4                         |
| 1,1 bis 1,5                                 | 1                               | 4,1                          | 6                               | 21,4                         | -                               | -                            | 4                               | 14,6                         | 1                               | 1,5                          | 10                              | 18,2                         |
| 1,6 bis 2,0                                 | -                               | -                            | 2                               | 7,1                          | -                               | -                            | 7                               | 26,0                         | -                               | -                            | 9                               | 16,4                         |
| 2,1 bis 2,5                                 | -                               | -                            | 6                               | 21,4                         | -                               | -                            | 1                               | 3,7                          | -                               | -                            | 7                               | 12,7                         |
| 2,6 bis 3,0                                 | -                               | -                            | -                               | -                            | -                               | -                            | 1                               | 3,7                          | -                               | -                            | 1                               | 1,8                          |
| Gesamt                                      | 24                              | 100,0                        | 28                              | 100,0                        | 41                              | 100,0                        | 27                              | 100,0                        | 65                              | 100,0                        | 55                              | 100,0                        |
| Durchschnittliche<br>LD in cm               | 0,67                            | 1,39                         | 0,24                            | 1,22                         | 0,24                            | 1,22                         | 0,40                            | 1,31                         | 0,40                            | 1,31                         | 0,40                            | 1,31                         |
| Durchschnittliche<br>Längenzunahme<br>in cm | 0,67                            | 1,36                         | 0,77                            | 1,20                         | 0,77                            | 1,20                         | 0,40                            | 1,29                         | 0,40                            | 1,29                         | 0,40                            | 1,29                         |

seits ist damit auch der relativ hohe Anteil von verbliebenen Verkürzungen zu erklären. Die angegebene durchschnittliche Längenzunahme nach konservativer Behandlung bezieht sich auf den relativen Längenzuwachs.

Bei der operativen Behandlung ist vor allem der Vergleich der durchschnittlichen Längenzunahmen nach den verschiedenen Behandlungsmethoden interessant. Um zu bestimmen, ob ein signifikanter Unterschied zwischen dem Längenzuwachs nach Marknagelung und dem nach Plattenosteosynthesen besteht, wurde der t-Test eingesetzt. Hierbei wurden beide Kollektive mit einbezogen: Bei den mit Marknagel versorgten Frakturen ist der Zeitraum 1970 - 1974 erfaßt, bei den mit Plattenosteosynthese versorgten Frakturen 1975 - 1981.

|                            | Mit Marknagelung<br>versorgte Ober-<br>schenkelchaft-<br>frakturen | Mit Plattenosteo-<br>synthese versorgte<br>Oberschenkelchaft-<br>frakturen |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Mittelwert $\bar{x}$ in cm | 1,36                                                               | 1,20                                                                       |
| SAQ                        | 68,00                                                              | 58,75                                                                      |
| Standardabweichung s       | 0,78                                                               | 0,87                                                                       |
| Anzahl n                   | 28                                                                 | 27                                                                         |
| t-Wert                     | 0,38                                                               |                                                                            |
| Freiheitsgrade             | 53                                                                 |                                                                            |
| Irrtumswahrscheinlichkeit  | ➤ 10%                                                              |                                                                            |
| Signifikanz                | NEIN                                                               |                                                                            |

Es besteht also kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen dem zusätzlichen vermehrten Längenwachstum nach Marknagelungen und dem nach Plattenosteosynthesen.

Zusammenfassend kann man beim Vergleich der operativen Behandlungsmethoden feststellen, daß ein Wandel der operativen Versorgung mit Marknägeln hin zur Plattenosteosynthese stattgefunden hat. Hauptursache dürften wohl die schlechten Spätergebnisse nach Marknagelungen hinsichtlich Bewegungseinschränkung und vor allem der Rotationsfehler sein; diese waren nach Verplattungen wesentlich besser. Kein signifikanter Unterschied aber zeigte sich hinsichtlich der Längenzunahmen zwischen beiden Verfahren.

## 5. Diskussion

### 5.1. Frakturen im proximalen Femurbereich

#### Schenkelhals- und pertrochantere Frakturen

Bei den sehr seltenen Frakturen in diesem Bereich handelt es sich meist um pathologische Frakturen infolge von Knochencysten oder um Frakturen durch starke direkte oder indirekte Traumata. Als große Gefahr bezeichnen WEBER und GERLACH (1982), v LAER und HERZOG (1982) u.a. vor allem die Entstehung einer posttraumatischen Coxa vara oder valga oder einer aseptischen Kopfnekrose. Die vorgenannten Autoren sind der Auffassung, daß die Behandlung stets operativ erfolgen soll. Das Mittel der Wahl ist nach ihren Angaben die Zugschraubenosteosynthese, da Nagelung und Winkelplatte den jugendlichen harten Knochen sprengen und die Bruchstücke distrahieren können. BAUMGARTL und WELLER (1976) halten eine KD Fixation u.U. für ausreichend, bei ausgedehnten Brüchen ziehen sie eine Verplattung in Betracht. Für ein rein konservatives Vorgehen spricht sich JONASCH (1982) aus; nur wenn die anatomische Reposition zu keiner ausreichenden Stellung führt, wird operativ behandelt.

Bei uns wurden alle Frakturen im Schenkelhalsbereich und alle pertrochanteren Frakturen primär operativ behandelt; im allgemeinen mittels Zugschraubenosteosynthese, nur bei ausgedehnten pertrochanter gelegenen Frakturen mittels Plattenosteosynthese. Inwieweit bei unseren Patienten mit nicht pathologischen Frakturen zum Nachuntersuchungszeitpunkt Veränderungen am Schenkelhalswinkel vorlagen, darüber können wir keine Aussage machen, da Beckenüber-

sichtsaufnahmen zur Kontrolle des CCD - Winkels von der Röntgenabteilung unseres Hauses abgelehnt wurden. Bei den Patienten mit pathologischen Frakturen in diesem Bereich war es auf jeden Fall zu pathologischen Veränderungen im Hüftbereich gekommen - allerdings meist durch die Ausdehnung der Cyste bedingt.

#### Subtrochantere Frakturen

Sie sind eher den Schaftfrakturen zuzuordnen und entstehen meist infolge eines starken direkten Traumas. Im Gegensatz zu den Schaftfrakturen ist ihre Reposition durch den starken Muskelzug am proximalen Fragment sehr schwierig. So schlagen DAUM, JUNGBLUTH, METZGER und HECKER (1969), BAUMGARTL und WELLER (1976), v LAER und HERZOG (1982) u.a. vor, primär konservativ mittels Extension zu behandeln, bei nicht ausreichender Stellung jedoch operativ vorzugehen. Während BAUMGARTL und WELLER (1976), v LAER und HERZOG (1982) u.a. einer Versorgung mit Plattenosteosynthese den Vorzug geben und eine Marknagelung wegen der Gefahr der Schädigung der Gefäße der Femurkopfeipiphyse und nachfolgender Valgisierung des Schenkelhalses ablehnen, geben z.B. DAUM et al. (1969) der operativen Versorgung mit dem Küntscher Nagel den Vorzug. Beide Gruppen berichten über gute Behandlungsergebnisse.

Subtrochantere Frakturen wurden bei uns immer primär konservativ behandelt, sofern keine andere Operationsindikation vorlag. Wenn ein operatives Vorgehen angezeigt war, wurde die Plattenosteosynthese angewandt. Bei dieser Frakturart waren unsere Nachuntersuchungsergebnisse sehr gut.

## 5.2. Femurschaftfrakturen

Femurschaftfrakturen werden im Kindesalter im allgemeinen durch größere Gewalteinwirkung hervorgerufen und es finden sich deshalb vor allem bei Älteren Kindern häufig ernste Begleitverletzungen, die eine operative Therapie notwendig machen können. Ansonsten erfolgt die Behandlung wenn möglich konservativ (BAUMGARTL (1976), KUNER (1976), REHN (1976), TISCHER (1976), SCHWEITZER (1982) u.a.). Eine exakte Reposition ist nach Ansicht der meisten Autoren bei jüngeren Kindern nur hinsichtlich der Rotation nötig, allerdings wird dies auch von Autoren wie v LAER (1977;1984) und OBERHAMMER (1980) in Frage gestellt. Bei Kindern über dem 10. bis 12. Lebensjahr ist u.U. eher ein operatives Vorgehen gerechtfertigt, da ein spontaner Ausgleich von Fehlstellungen in diesem Alter nur mehr in geringem Maße möglich ist.

Zur konservativen Therapie stehen verschiedene Formen von Extensionen und die Gipsbehandlung zur Verfügung. Während wir bei unserem Krankengut nur eine Extensionsart verwendeten, nämlich eine modifizierte Vertikalextension mit Pflasterverband nach BRYANT, bevorzugen andere Autoren je nach Alter der behandelten Kinder andere Extensionsarten. Eine Vertikalextension nach BRYANT wird meist nur bis zum 2.-4. Lebensjahr angewandt, danach oder an deren Stelle wird bis zum 6. Lebensjahr eine Extension nach WEBER mit einem Draht durch den Calcaneus angelegt (YANO (1975), WEBER (1978), OBERHAMMER (1980), JONASCH (1982), RANG (1982), SCHWEITZER (1982) u.a.). Ab dem 6. Lebensjahr wird eine Vertikalextension an den Femurcondylen auf dem modifizierten Webertisch empfohlen. Bei 81-

teren Kindern werden auch die Extension mit Steinmannagel oder die supracondyläre oder die Tibiakopfdrahtextension empfohlen, die aber den Nachteil der Drahtinfektion in sich bergen (WEBER (1978)). Als der wesentliche Vorteil der Vertikalextension nach WEBER und der entscheidende Nachteil vor allem der Pflasterextensionen bei älteren Kindern wird das Auftreten von Rotationsfehlern beschrieben (WEBER (1978), YANO und SAWADO (1975)). Wir selbst aber konnten bei unserem Krankengut kein gehäuftes Vorkommen von Rotationsfehlern feststellen; Ähnliches berichtet auch SCHWEIBERER (1968), der die Pflasterextension nach BRYANT so modifizierte, daß das Extensionspflaster mit dem Trikotschlauch über das Gesäß bis zum Beckenkamm hochgeführt wird und somit die Beckenbeinmuskulatur entlastet wird.

Bis zum 12. Lebensjahr müssen Fehlstellungen in der Varus- oder Valgusform bis zu  $15 - 20^\circ$  nicht ausgeglichen werden, Ante- bzw. Recurvationsfehler dürfen bis zu  $10 - 15^\circ$  belassen werden; jedoch vergrößern diese primär belassenen Fehlstellungen das Ausmaß des zu erwartenden Längenwachstums (v LAER (1984)). Rotationsfehler sollten nach Möglichkeit vollständig ausgeglichen werden, da sie nicht oder nur zu einem geringen Anteil im Laufe des weiteren Wachstums ausgeglichen werden (BLOUNT (1957), SCHWEIBERER (1968), REHN (1976), WEBER (1978), HEBERER (1980) u.a.). Eine andere Meinung vertritt hier v LAER (1984), wobei er sich auf eigene Untersuchungen (1977) und auf die Arbeiten von OBERHAMMER (1980) und BROWEN (1981) u.a. stützt. Letzterer zeigte, daß nach Oberschenkelfrakturen persistierende Rotationsfehler im Bereich physiologischer Antetorsionsdifferenzen liegen und ihnen keine prä-

arthrotische Bedeutung zuzumessen ist. V LAER (1984) rechnet ausserdem mit einem vollständigen Ausgleich der Rotationsfehler in 60% der Fälle bis zu 25° und lehnt daher radiologische Kontrollen des Antetorsionswinkels bei und nach konservativer Behandlung ab. Bezüglich der primären Verkürzung besteht Überwiegend die Ansicht, daß kein vollständiger Längenausgleich erstrebenswert ist; als tolerabel gelten Verkürzungen zwischen 0,5 und 1,5 cm (BLOUNT (1957), SCHWEIBERER (1968), REHN (1976), HEBERER (1980), REYNOLDS (1981) u.a.). Nicht richtig ist allerdings nach unseren Ergebnissen die Behauptung, daß durch eine größere primäre Verkürzung ein kleinerer endgültiger Längenzuwachs erreichbar ist (SCHWEIBERER (1968), REHN (1976), HEBERER (1980)); wir stimmen hierin mit FLACH et al. (1967) und v LAER (1984) überein; so schlägt letzterer auch eine Hyperextension der Fragmente vor.

Bei den operativen Verfahren konkurrieren Plattenosteosynthese und Marknagelung nach KÜNTSCHER. Im Kreuzfeuer steht in den meisten Veröffentlichungen weniger die Plattenosteosynthese als die Marknagelung; vor letzterer wird von Autoren wie NEURATH und VAN LESSEN (1972), HERZOG, AFFOLTER und JANI (1976) sowie HAUSBRANDT und MÜLLER (1980) eindringlich gewarnt, weil durch sie starke Wachstumsstörungen mit Valgisierung des Schenkelhalses, Hüftkopfbau und Trochanterveränderungen provoziert werden können, die in keinem ursächlichen Zusammenhang mit der Fraktur stehen und weiterhin Rotationsfehler nicht vermieden werden können. Erklärt wird dies durch eine Zerstörung der die Hüftkopf- und Femurepiphyse versorgenden Gefäße auch bei völlig korrekter Lage des Nagels in der

Grube des Trochanters. So wird in den meisten jüngeren Arbeiten der Plattenosteosynthese der Vorzug gegeben, allerdings kann es auch hier genau wie bei der Marknagelung zu Infektionen und Beinverlängerungen kommen. Befürwortet wird die Marknagelung von Autoren wie TEUTSCH (1969), v d OELSCHNITZ (1972), VINZ (1975) und HIEMER (1980). Als Vorteil gegenüber der Plattenosteosynthese werden hier das bruchferne Eingehen, die kleinere Schnittführung, kürzere Operationsdauer und die Schonung des Periosts angeführt.

In unserer Klinik sind wir von der Verwendung der Marknagelung nach KÜNTSCHER aufgrund der eingangs erwähnten Nachteile abgekommen, wie ja auch beim Vergleich der Ergebnisse aus den Zeiträumen 1970 - 1974 und 1975 - 1981 klar deutlich wird. Auch PLÜTZ (Zeitraum 1970 - 1974) schlug schon in der Zusammenfassung ihrer Arbeit vor, statt Marknagelung in Zukunft andere operative Verfahren, wie die Plattenosteosynthese z.B., zu verwenden, da die Ergebnisse ihres nachuntersuchten Kollektivs hinsichtlich Drehfehlern und Valgisierung des Schenkelhalses nicht gut waren.

### 5.3. Distaler Femur

Beim distalen Femur ist zwischen zwei Brucharten, dem Grünholzbruch und dem vollständigen Bruch zu unterscheiden. Das Durchschnittsalter der Kinder mit Grünholzfrakturen beträgt nach Angaben von JONASCH (1982) 4 Jahre; bei den älteren Kindern finden sich wie beim Erwachsenen Brüche mit starker Dislokation. Bei den Brüchen mit geringer Dislokation oder den Grünholzfrak-

turen sind sich fast alle Autoren über ein rein konservatives Vorgehen einig. BAUMGARTL und WELLER (1976), JONASCH (1982) u.a. schlagen hier eine reine Gipsbehandlung vor, an unserer Klinik wird eine Pflasterextension für ca 3 Wochen angelegt.

Bei den Frakturen mit starker Dislokation aber ohne Epiphysenbeteiligung gehen in der Literatur die Behandlungsvorschläge weit auseinander. Während BAUMGARTL et al. (1976), JONASCH (1982) u.a. auch hier eine rein konservative Behandlung mittels Extension vorschlagen, behandeln die meisten anderen Autoren primär operativ. Denn ähnlich wie bei den subtrochanteren Frakturen erschwert der starke Muskelzug (hier durch den M. gastrocnemius und den kurzen Bizepskopf) häufig die exakte Reposition der Fragmente. Eine verbleibende Fehlstellung hat aber ein Genu varum oder valgum zur Folge und damit die frühzeitige Entwicklung einer Gonarthrose. So behandeln Autoren wie DAUM et al. (1969), KUNER (1971;1976), TSCHERNE (1974), WILDE (1978), RUMLOVA und VOGEL (1983) u.a. dislozierte supracondyläre Femurfrakturen operativ.

Die dabei angewandten Methoden allerdings differieren stark. Während DAUM et al. (1969) gekreuzte Bohrdrähte und Druckplatten verwenden, benutzt WILDE (1978) gerade Platten. TSCHERNE (1974) verwendet Spickdrähte oder T-Platten und WEBER (1978) versorgt diese Frakturen nur mit Spickdrähten (52). RUMLOVA und VOGEL (1983) empfehlen den Fixateur externe zur besseren Fixation der Fragmente. Nach ihrer Ansicht ziehen Winkelplatten oder gerade Platten Instabilität und verlängerte Heildauer nach sich.

Bei uns werden diese dislozierten supracondylären Femurfrakturen ohne Epiphysenbeteiligung im allgemeinen primär operativ mittels Kirschnerdrahtfixation versorgt. Die Behandlungsergebnisse waren durchgängig gut, es entwickelte sich in keinem Fall eine Varus- oder Valgusfehlstellung, es kam auch zu keiner Verkürzung der Extremität.

Bei der Behandlung von Epiphysenlösungen und Epiphysenfrakturen im distalen Femurbereich besteht allgemein Einigkeit darüber, daß hier ein operatives Vorgehen indiziert ist, um spätere Wachstumsstörungen zu vermeiden. Dies ist allerdings bei den Epiphysenfrakturen mit Schädigung des Stratum germinativum nicht immer möglich, selbst nach exaktester Reposition. So werden Epiphyseolysen mit Kirschnerdraht fixiert, wogegen Epiphysenfrakturen mit Schrauben oder Kirschnerdrähten fixiert werden. Die Behandlungsergebnisse nach Epiphyseolysen werden in der Literatur im allgemeinen als gut bezeichnet, wogegen nach Epiphysenfrakturen über sehr schlechte Ergebnisse berichtet wird.

Die Frakturen mit Beteiligung der Epiphysenfuge oder Trümmerfrakturen im Epiphysenbereich waren bei uns zweimal mit Zugschrauben-osteosynthese und in einem Fall mit KD-Fixation behandelt worden. Bei 2 Kindern war es zu einer Varisierung oder Valgisierung im Kniegelenk gekommen und bei 3 Kindern zu einem Wachstumsstillstand der betroffenen Extremität, der in einem Fall sogar 9,5 cm betrug. Nur bei einem Kind fanden wir ein gutes Behandlungsergebnis.

#### 5.4. Ergebnisse der Beinlängenmessung

Die herrschende Lehrmeinung sagt, daß die vermehrte Durchblutung im Bereich der Epiphysen bei Schaftfrakturen für das vermehrte Längenwachstum verantwortlich ist (TRUETA (1972), HELBIG (1974), TSCHERNE (1974), REHN (1976), WEBER (1978), KEHRER (1982), KOS-LOWSKI (1982) u.a.).

Erklärt wird dieses Phänomen durch die besondere Gefäßversorgung des wachsenden Knochens, bei dem zwischen der Arteria nutricia und den meta- und epiphysären Gefäßen breite Anastomosen bestehen. Durch eine Fraktur oder eine operative Maßnahme wird meist die Versorgung des Knochens durch die Arteria nutricia gestört und es kommt zu einer kompensatorischen Versorgung des Knochens über die Anastomosen mit den meta- und epiphysären Gefäßen, die einen vermehrten Blutfluß durch das Epiphysengebiet zur Folge hat. Nach BRUNNER (1978) dauert diese Hyperämie ca 2 Jahre an und führt während dieser Zeit zu einem vermehrten Längenwachstum.

SCHWEIBERER (1970) und DAMBE (1972) (27) jedoch zeigten tierexperimentell, daß nach stabiler Osteosynthese die ursprünglichen Zirkulationsverhältnisse sehr bald wiederhergestellt sind, d.h. es müßte der Wachstumsreiz ausbleiben oder reduziert werden. Dies entspricht jedoch nicht den klinischen Erfahrungen. Diese Diskrepanz veranlaßte KLAPP (1981) dazu, nach anderen Ursachen für das vermehrte Längenwachstum zu suchen. Er macht für das vermehrte Längenwachstum nach Schaftfrakturen die Periost- und Weichteilschädigung bei der Fraktur verantwortlich.

Grundlage seiner Überlegungen ist das HUETER VOLKMANNSCHE Gesetz, das besagt, daß unter Entlastung ein Mehrwachstum und unter Druck ein vermindertes Wachstum stattfindet. Durch die Zerstörung des Periosts soll es bei der Fraktur nun zu einer Entlastung der Epiphysenfuge und dadurch zu einem vermehrten Längenwachstum kommen. Die im allgemeinen Teil aufgeführten, z.T. sehr unterschiedlichen Verfahren zur Stimulation der Epiphysenfuge machen deutlich, daß keine Entscheidung zugunsten der einen oder der anderen Theorie möglich ist, sondern daß es sich vermutlich um additive Faktoren handelt, die beide gleichermaßen Einfluß haben können und die bei den verschiedenen Frakturarten und Behandlungsmethoden zu unterschiedlichen Anteilen für das vermehrte Längenwachstum verantwortlich zu machen sind.

Wenn man davon ausgeht, daß, wie unsere Ergebnisse gezeigt haben, kein signifikanter Unterschied zwischen dem relativen Längenwachstum nach konservativer Behandlung und dem nach Plattenosteosynthesen besteht, so läßt sich diese Verlängerung jeweils durch unterschiedliche Ursachen erklären, die aber zum gleichen Ergebnis führen.

Bei der konservativen Behandlung ist das vermehrte Längenwachstum von der Dauer und dem Ausmaß der reparativen Vorgänge am Knochen abhängig (REHN (1976)). In die gleiche Richtung weisen auch andere Arbeiten, die eine direkte Abhängigkeit des Mehrwachstums von der gebildeten Kallusmenge (HELBIG (1974), KLAPP (1981)), von der Zahl und dem Zeitpunkt der Nachrepositionen (REHN (1976), WEBER (1978), KLAPP (1981)), von der Dauer der Frakturheilung (WEBER

(1978)), von dem Ausmaß der verbliebenen Fehlstellung (FLACH et al. (1967)) u.ä. zeigen.

Diese Theorien konnten wir im allgemeinen bestätigen; es zeigte sich, daß je größer das Ausmaß der primären Verkürzung ist und damit auch die Dauer der Umbauvorgänge, bis zu einem Grenzwert von 1,5 cm, desto größer auch der relative Längenzuwachs ist.

Bei der konservativen Behandlung ist die Hyperämie durch die Umbauvorgänge im Frakturgebiet als Hauptursache für die Verlängerung zu sehen, denn die Periostschädigung mit nachfolgender Entlastung der Epiphysenfuge ist bei einer in starker und einer in weniger starker Verkürzung eingestellten Fraktur wohl in gleichem Maße vorhanden. Wir können also hier die allgemeine Lehrmeinung bestätigen.

Bei der operativen Therapie muß man Marknagelung und Plattenosteosynthese getrennt betrachten, da bei der Marknagelung der Eingriff frakturfern, damit ohne weitere Schädigung des Periosts stattfindet, bei der Plattenosteosynthese jedoch direkt im Frakturbereich am Periost manipuliert wird.

Bei der Marknagelung dürfte somit die Periostschädigung eher weniger als bei anderen Behandlungsmethoden für das vermehrte Längenzuwachstum verantwortlich sein, da hier außerdem eine exakte Reposition der Frakturrenden stattfindet. Vielmehr ist hier, wie auch schon von WEBER (1978) erklärt, die Verlegung des Markraumes durch das Metallimplantat für die Ausbildung eines ausgeprägten Kollateralkreislaufes verantwortlich. Hier dürfte auch eine direkte Abhängigkeit der Wachstumsänderung von der Implantationsdauer des

Materials (WILDE (1975), KUNER (1976)) bestehen (27). Der Hauptteil des vermehrten Längenwachstums dürfte wohl während der Zeit erfolgen, in der das Material implantiert ist und während kurzer Zeit danach.

Anhand unseres Krankengutes konnten wir dies aufgrund des geringen Anteils der Marknagelungen nicht überprüfen; in der Arbeit von PLÜTZ (1980) sind leider keine Angaben über Implantationszeiten gemacht.

Bei der Plattenosteosynthese jedoch, dem Verfahren, auf dem die Arbeit von KLAPP (1981) basiert, sind diese Verhältnisse anders gelagert. Bei der Verplattung einer Fraktur kommt es zu einer weiteren Periostzerstörung und zur teilweisen Verlegung des Markraumes durch die Schrauben. Die Periostzerstörung führt, solange die Schrauben implantiert sind, zu keiner weiteren Entlastung der Epiphysenfuge, ist also in diesem Zeitraum nicht für das zusätzliche Längenwachstum verantwortlich. Die Revaskulierung des Markraumes aber findet bei stabiler Osteosynthese auch bei implantierten Schrauben schon relativ rasch statt (SCHWEIBERER (1970), DAMBE (1972)), so daß die ursprünglichen Zirkulationsverhältnisse bald wiederhergestellt sind und somit keine weitere Hyperämie der Epiphysenfuge mehr verursachen können (27).

Dies entspricht unserer klinischen Erfahrung, daß nach Plattenosteosynthesen zum Zeitpunkt der Materialentfernung meist nur eine Verlängerung von 0,5 - 0,75 cm vorliegt und daß die Gesamtverlängerung unabhängig von der Dauer der Materialimplantation ist. Auffällig ist weiterhin, wie wir bei der Verlaufsbeobachtung der Längendif-

ferenzen feststellen konnten, daß nach Materialentfernung sich die Differenz zum Materialentfernungszeitpunkt noch um durchschnittlich 190% vergrößerte, d.h. daß der Hauptwachstumsschub erst nach Plattenentfernung stattfindet und relativ lange anhält (bis zu 24 Monaten). Durch eine Hyperämie im Epiphysenbereich ist dieses Phänomen nicht zu erklären, da die Reparationsvorgänge nach Schraubenentfernung im Knochenmark nicht länger anhalten dürften, als nach Schraubenimplantation. KLAPP stellte nun fest, daß es bei Instabilität einer Plattenosteosynthese zu einer Zerstörung des unter der Platte liegenden Periosts kommen kann. Dies könnte bei unseren Patienten zusammen mit der Periostschädigung bei der Schraubenentfernung Ursache für die Entlastung der Wachstumsfugen durch die verminderte Spannung des Periosts sein, denn jetzt hält nicht mehr die Platte mit ihren Schrauben die Spannung des Periosts aufrecht und so kommt es zur Lockerung. Die Schädigung des Periosts findet zwar nur einseitig statt, so daß es eigentlich zu einer Varus- oder Valgusfehlstellung infolge einseitiger Entlastung kommen müßte, aber da es sich um einen Periostschlauch handelt, kommt es zu einer gleichmäßigeren Fugenentlastung und damit zu einem symmetrisch vermehrten Wachstum. Unsere Nachuntersuchungsergebnisse bestätigen also die Theorie von KLAPP hinsichtlich der Ursachen von Beinlängenveränderungen nach Plattenosteosynthesen: Die Hyperämie der Epiphysenfugen ist hier nur zu einem geringen Teil für das vermehrte Längenwachstum verantwortlich, den Hauptteil jedoch verursacht die Periostschädigung und die begleitenden Weichteilschäden.

## 6. Zusammenfassung

### 6.1. Oberschenkelfrakturen

Von 141 Kindern, die im Zeitraum von 1975 - 1981 wegen einer oder mehrerer Frakturen im Oberschenkelbereich in der Kinderchirurgischen Klinik der Universität München behandelt worden sind, konnten 96 Kinder mit 100 Frakturen nachuntersucht werden. Davon lagen 8% (n=8) im proximalen Drittel, bei 83% (n=83) handelte es sich um Schaftfrakturen und 9% (n=9) waren im distalen Drittel gelegen.

Bei der Behandlung der Oberschenkelchaftfrakturen stand bei der konservativen Therapie, die zu 57% angewandt wurde, die Pflasterextension im Vordergrund. Bei der operativen Therapie wurde in den Jahren 1975 - 1977 die Marknagelung von der Plattenosteosynthese abgelöst und schließlich ganz verdrängt aufgrund der schlechten Behandlungsergebnisse hinsichtlich Rotationsfehlern und Bewegungseinschränkung.

Bei der konservativen Therapie traten Frühkomplikationen v.a. in Form von Hautnekrosen auf, außerdem mußte bei älteren Kindern häufig wegen unzureichender Stellung sekundär operativ vorgegangen werden. Bei der operativen Therapie traten nach Plattenosteosynthesen v.a. Refrakturen bei zu früher Belastung auf, nach Marknagelungen hingegen Pseudoarthrosen.

Nach konservativer Therapie lag die gemessene Längendifferenz bei durchschnittlich 0,5 cm. Bei Berücksichtigung der primären Verkürzung ergab sich bei dislozierten Frakturen ein relativer Län-

genzuwachs von 1,2 cm. Der relative Längenzuwachs ist direkt proportional zur primären Verkürzung (bis zu einem Grenzwert von ca 1,5 cm); so gilt u.a. je größer das Ausmaß der primär belassenen Verkürzung oder Fehlstellung ist, umso größer ist auch das relative Längenwachstum. Als Ursache hierfür sehen wir die Hyperämie im Epiphysenbereich an, die umso länger andauert als Reparaturvorgänge am Knochen stattfinden.

Die durchschnittliche Längendifferenz nach Plattenosteosynthesen beträgt 1,2 cm. Es zeigte sich beim Vergleich mit einer Arbeit über den Zeitraum 1970 - 1974 kein signifikanter Unterschied zwischen dem Längenwachstum nach Plattenosteosynthesen und dem nach Marknagelungen. Der Hauptwachstumsschub setzt bei Plattenosteosynthesen erst nach Materialentfernung ein und dauert bis zu 24 Monate an. Ursache ist hier neben der Hyperämie im Epiphysengebiet vor allem die Periost- und Weichteilzerstörung. Mit einem Ausgleich der Differenzen im weiteren Wachstum ist nicht zu rechnen.

#### Therapieempfehlungen

SCHENKELHALS- und PERTROCHANTERE Frakturen sollen primär operativ mittels Zugschraubenosteosynthese versorgt werden, bei ausgedehntem pertrochanter gelegenen Frakturbereich u.U. mit Plattenosteosynthese.

SUBTROCHANTERE Frakturen sollen genauso wie Schaftfrakturen primär konservativ behandelt werden, wenn keine besondere Operationsindikation vorliegt; bei schlechter Stellung werden sie verplattet.

Bei der Nachsorge nach völliger Ausheilung der Frakturen ist bei den Frakturen im proximalen Bereich neben der Kontrolle der Beinlängendifferenz auch eine regelmäßige Kontrolle des Schenkelhalswinkels bis zum Wachstumsabschluß nötig.

Bei OBERSCHENKELSCHAFTFRAKTUREN soll prinzipiell konservativ vorgegangen werden, wenn nicht eine besondere Indikation zur Osteosynthese vorliegt. Dabei wenden wir im allgemeinen eine modifizierte Pflasterextension nach BRYANT an, auch bei älteren Kindern, allerdings nur unter sorgfältiger klinischer Rotationskontrolle. Die bei konservativer Behandlung belassene Verkürzung sollte 1,5 cm nicht überschreiten, da sonst nicht mehr mit einem vollständigen Längenausgleich zu rechnen ist; aber man muß auch bei primär belassener Verkürzung von 1,5 cm mit einer endgültigen Verlängerung von ca 0,5 cm rechnen. Varus- und Valgusfehlstellungen, sowie Ante- und Recurvationsfehler können u.U. bis 15° belassen werden, Rotationsfehler sollten möglichst ganz ausgeglichen werden.

Wenn operativ vorgegangen werden muß, ist die Plattenosteosynthese das Mittel der Wahl. Wichtig ist hier vor allem eine wasserdichte und stabile Adaptation der Fraktarenden. Außerdem ist der Zeitpunkt der Belastung bei implantiertem und nach entferntem Material sorgfältig zu wählen, da nach Refrakturen ein erhöhtes Komplikationsrisiko besteht.

Hier sollten innerhalb des ersten Jahres nach Plattenentfernung in vierteljährlichen Abständen klinische Beinlängenmessungen durchgeführt werden und anschließend jährliche Kontrollen stattfinden bis zum Ende des Wachstums, um Spätschäden durch unbehandelte Beinlängendifferenzen zu verhindern.

Frakturen im DISTALEN Bereich werden sofern es sich um nicht dislozierte oder Grünholzfrakturen handelt konservativ behandelt. Bei dislozierten Frakturen ohne Epiphysenfugenbeteiligung wird die KD-Fixation verwendet, bei Frakturen im Epiphysenbereich mit Verletzung des Stratum germinativum oder knöchernen Bandausrissen die Zugschraubenosteosynthese.

Bei letzteren muß mit Wachstumsstörungen gerechnet werden, die zu großen Verkürzungen, kombiniert mit einer Varus- oder Valgusfehlstellung, führen können. Deshalb muß man hier in regelmäßigen und anfangs sehr kurzfristigen Abständen Kontrollen durchführen, um gegebenenfalls rechtzeitig ein operatives Vorgehen einleiten zu können.

## 6.2. Pathologische Frakturen infolge Knochencysten

Bei pathologischen Frakturen infolge juveniler oder aneurysmatischer Knochencysten wird bei kleineren Defekten die Cyste excochleiert, mit autologer Beckenkammspongiosa aufgefüllt und anschließend im allgemeinen mit Plattenosteosynthese stabilisiert. Bei ausgedehnten Defekten wird Kieler Knochenspan zur Deckung des Defektes verwendet.

Auch hier sind regelmäßige Nachkontrollen nötig, nicht nur wegen der Gefahr eines Rezidivs, sondern vor allem bei cystischen Veränderungen im proximalen Oberschenkelbereich wegen der Gefahr einer sich entwickelnden Fehlstellung im Hüftgelenk.

### 6.3. Offene Frakturen

Bei offenen Frakturen muß man je nach Schweregrad unterschiedlich vorgehen. Ein primärer Wundverschluß wird in der Regel bei allen offenen Frakturen I. oder II. Grades durchgeführt. Voraussetzung dafür ist natürlich, daß er sich spannungsfrei durchführen läßt. Die Behandlung der Frakturen selbst erfolgt genauso, wie es bei geschlossenen Frakturen der Fall wäre. Antibiotika werden in der Regel keine gegeben oder wenn nur für eine Woche.

Bei offenen Frakturen III. Grades erfolgt ein Wundverschluß primär nur, wenn dies nach sorgfältiger Wundausschneidung noch spannungsfrei möglich ist. Bei ihnen besteht eine Indikation zur Osteosynthese, wobei aber alles Osteosynthesematerial von vitalem Gewebe umgeben sein muß. Antibiotikatherapie wird hier systemisch in allen Fällen durchgeführt, lokal nur bei Auftreten von Infektionen.

## Literatur

- (1) Baumgartl F, Weller S: Spezielle Chirurgie für die Praxis, Brüche und Bruchfolgen am Oberschenkelknochen. Stuttgart: Thieme 1976 pp 360.
- (2) Bernbeck R, Dahmer G: Kinderorthopädie, Beinlängendifferenz. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme 1983 pp 172 -179.
- (3) Best PNB, Verhage CCh, Molenaar IC: Torsion deviations after conservative treatment of femoral fractures. Z Kinderchir 11 Suppl: 814 - 820 (1972).
- (4) Blount WB: Knochenbrüche bei Kindern. Stuttgart: Thieme 1957.
- (5) Böhler J: Behandlung offener Frakturen im Kindesalter. Zbl Chir 101: 140-145 (1976).
- (6) Boitzy A: Frakturen am proximalen Femur; in Weber: Frakturenbehandlung bei Kindern und Jugendlichen. Berlin: Springer 1978 pp 258-271.
- (7) Brunner Ch: Frakturen im Kniegelenksbereich; in Weber: Frakturenbehandlung bei Kindern und Jugendlichen. Berlin: Springer 1978 pp 298-327.
- (8) Cotta H: Orthopädie, Erkrankungen der unteren Extremitäten. Stuttgart: Thieme 1980 pp 244-290.
- (9) Daum R, Jungbluth KH, Metzger E: Subtrochanter und supracondyläre Femurfrakturen im Kindesalter. Chirurg 40: 217 (1969)
- (10) Debrunner H: Orthopädisches Diagnostikum, Spezielle orthopädische Untersuchung, Hüftgelenk, Kniegelenk. Stuttgart: Thieme 1973 pp 49.
- (11) Ecke H: Die operative Frakturenbehandlung, ihre Entwicklung, Leistungsfähigkeit und ihre Ergebnisse im Vergleich mit konservativen Behandlungsverfahren. Unfallchirurgie Sonderdruck (1982).
- (12) Eichler J: Leg length discrepancy, methodical errors in documenting leg length and leg length discrepancies. Berlin: Springer 1973 pp 29-39.
- (13) Festge OA, Tischer W, Reding R: Operative und konservative Behandlung kindlicher Oberschenkelfrakturen. Zbl Chir 100: 473-480 (1975).
- (14) Flach A, Geisbe H, Fendel H: Wachstumsveränderungen nach Frakturen der Extremitäten im Kindesalter. Z Kinderchir 4: 58-71 (1967).
- (15) Hackenbroch MH: Die Indikation zur Osteosynthese bei der frischen kindlichen Verletzung. Z Kinderchir 11 Suppl: 671 (1972).

- (16) Hausbrandt D, Müller V: Gelenknahe Frakturen und Epiphy-  
senverletzungen bei Kindern und Jugendlichen. Chir.Praxis 27:  
719-724 (1980).
- (17) Heberer G, Köle W, Tscherne H: Chirurgie. Berlin: Springer  
1980.
- (18) Hecht L: Orthopädie - Rheumatologie - Unfallchirurgie, Trau-  
matologie der unteren Extremitätenetage. Erlangen: Perimed 1980  
pp 69-76.
- (19) Hecker WCh, Daum R: Grundsätzliche Indikationsfehler bei  
kindlichen Frakturen. Langenbecks Arch Chir Bd 327 (Kongreß-  
bericht): 865-869.
- (20) Heisel J, Kopp K: Spätergebnisse nach Küntscher-Markna-  
gelung von Unter- und Oberschenkelbrüchen bei noch wachsendem  
Skelett. Aktuell Traumatol 13: 5-12 (1983).
- (21) Helbig D: Chirurgische Pädiatrie. Stuttgart: Schattauer  
1974.
- (22) Herzog B, Affolter P, Jani L: Spätbefunde nach Marknagel-  
ung kindlicher Femurfrakturen. Z Kinderchir 19: 74-80 (1976).
- (23) Hiemer W, Gerstner Ch, Hopf G: Die operative Behandlung der  
Oberschenkelschaftfraktur im Kindesalter durch Marknagelung nach  
Küntscher. Zbl Chir 105: 1503-1507 (1980).
- (24) Jonasch E: Knochenbruchbehandlung bei Kindern, Oberschenkel.  
Berlin: De Gruyter 1982 pp 146 - 185.
- (25) Jonasch E: Wann sind Osteosynthesen bei Kindern gerecht-  
fertigt? Zbl Chir 100: 453-454 (1975).
- (26) Kehrner B: Frakturen im Kindesalter. In Grob: Kinderchirur-  
gie. Stuttgart: Thieme 1982 pp 11.54-11.64.
- (27) Klapp F: Diaphysäre und metaphysäre Verletzungen im Wachs-  
tumsalter. Berlin: Springer 1981.
- (28) Koslowski L, Irmer W, Bushe KA: Lehrbuch der Chirurgie.  
Stuttgart: Schattauer 1982 pp 871-922.
- (29) Kraus W: Zur Biophysik der Knochenbruch- und Wundbehand-  
lung durch funktionelle elektrische und magnetische Potentiale.  
Langenbecks Arch Chir 337 (Kongreßbericht): 625-630 (1974).
- (30) Kraus W, Lechner F: Die Heilung von Pseudoarthrosen und  
Spontanfrakturen durch strukturbildende elektrodynamische Po-  
tentiale. Münch med Wschr 114 Nr 42: 1814-1819 (1972).
- (31) Kummer B: Pathophysiologie der Frakturheilung im Kindes-  
alter; in Eichler: Frakturen im Kindesalter, Symposium Gießen.  
Stuttgart: Thieme 1982 pp 1-6.
- (32) Kuner EH: Die Osteosynthese bei der kindlichen Fraktur.  
Langenbecks Arch Chir 342 (Kongreßbericht 1976).
- (33) Kuner EH, Weyand F: Indikation zur operativen Behandlung  
kindlicher Frakturen. Aktuell Traumatol 2 (1971).

(34) V Laer L: Skelett- Traumata im Wachstumsalter. Berlin: Springer 1984.

(35) V Laer L: Beinlängendifferenzen und Rotationsfehler nach Oberschenkelfrakturen im Kindesalter. Arch Orthop Unfall - Chir 89: 121 - 137 (1977).

(36) V Laer L, Herzog B: Frakturen und Epiphysenlösungen des Femurs; in Grob: Kinderchirurgie. Stuttgart: Thieme 1982 pp 11.89.

(37) V Laer L: Prognosis of leg-length discrepancy and axial deviation in femoral fractures in children. In Chapchal G: Fractures in children. Stuttgart: Thieme 1981.

(38) Lechner F: Beeinflussung der Knochenbildung durch elektromagnetische Potentiale. Langenbecks Arch Chir 337 (Kongreßbericht 1974): 631-635.

(39) Lehfuss H: Indikationsstellung zur Osteosynthese von Oberschenkelfrakturen bei Kindern. Monatsschr Unfallheilk 75: 415-422 (1972).

(40) Maroske D, Thon K: Schenkelhalsfrakturen im Kindesalter. Unfallheilkunde 84: 186-193 (1981).

(41) Morscher E: Progress in orthopedic surgery; Leg length discrepancy; Etiology and pathophysiology of leg length discrepancies; Measurement of leg length. Berlin: Springer 1972.

(42) Müller ME: Klassifikation und internationale AO-Dokumentation der Femurfrakturen. Unfallheilkunde 83: 251-259 (1980).

(43) Neurath F, V Lessen H: Die unter Verkürzung geheilte kindliche Oberschenkelfraktur. Z Kinderchir 11 Suppl: 791-802 (1972).

(44) Oberhammer J: Degree and frequency of rotational deformities after infant femoral fractures and their spontaneous correction. Arch Orthop Traumat Surg 97: 249-255 (1980).

(45) Von der Oelsnitz G: Marknagelung kindlicher Oberschenkel-schaftfrakturen. Z Kinderchir 11 Suppl: 803-813 (1972).

(46) Pauwels F: Eine klinische Beobachtung als Beispiel und Beweis für funktionelle Anpassung des Knochens durch Längenwachstum. Z Orthop 113: 1-5 (1975).

(47) Pauwels F: Kurzer Überblick über die mechanische Beanspruchung des Knochens und ihre Bedeutung für die funktionelle Anpassung. Z Orthop 111: 681-705 (1973).

(48) Plötz B: Behandlungsergebnisse nach Oberschenkelfrakturen im Kindesalter. Dissertation 1980.

(49) Rang M: Children's Fractures. Philadelphia: J B Lippincott Comp 1982.

(50) Rehn J: Zur Toleranzgrenze konservativ behandelter kindlicher Schafftfrakturen. Z Kinderchir 18: 305-312 (1976).

- (51) Reynolds DA: Growth changes in fractured long bones. J Bone Joint Surg 63 B: 83-88 (1981).
- (52) Rumlova E, Vogel E: Dislozierte supracondyläre Oberschenkelfrakturen, Epiphysenlösungen und Epiphysenfrakturen bei Kindern. Z Kinderchir 38 Suppl: 48-50 (1983).
- (53) Sasse W, Ellerbrock U: Spontankorrektur fehlgeheilter kindlicher Frakturen. Z Kinderchir 17: 154-163 (1975).
- (54) Saxer U: Femurschaftfrakturen; in Weber: Die Frakturenbehandlung bei Kindern und Jugendlichen. Berlin: Springer 1978 pp 272.
- (55) Schärli AF, Rumlova E: Pathologische Frakturen; in Grob: Kinderchirurgie. Berlin: Springer 1982.
- (56) Schweiberer L, Hofmeier G, Faust W: Oberschenkelchaftbrüche im Kindesalter. Z Kinderchir 5: 435-450 (1968).
- (57) Schweizer P: Knochenbruchbehandlung im Kindesalter; in Koslowski: Lehrbuch der Chirurgie. Stuttgart: Schattauer 1982 pp 957-970.
- (58) Tachdjian MO: Pediatric orthopedics. Philadelphia: W B Saunders Comp 1972.
- (59) Taillard W, Morscher E: Beinlängenunterschiede. Basel: Karger S 1965.
- (60) Teutsch W: Nachuntersuchungsergebnisse kindlicher Femurschaftfrakturen. Zbl Chir 94: 1761-1768 (1969).
- (61) Tischer W: Indikationen und Gefahren der Osteosynthese im Kindesalter. Zbl Chir 101:129-139 (1976).
- (62) Tscherne H: Wundmanagement bei Frakturen mit Weichteilschaden. Z Kinderchir 38: 34-39 (1983).
- (63) Vinz H: Osteosynthese im Kindesalter - biomechanische Aspekte und altersphysiologische Osteosyntheseverfahren. Zbl Chir 100: 455-465 (1975).
- (64) Vinz H: Die Marknagelung kindlicher Oberschenkelchaftfrakturen. Zbl Chir 97: 90-95 (1972).
- (65) Weber BG, Brunner Ch, Freuler F: Die Frakturenbehandlung bei Kindern und Jugendlichen. Berlin: Springer 1978.
- (66) Weber BG: Das besondere bei der Behandlung von Frakturen im Kindesalter. Mschr Unfallheilkunde 78: 193-198 (1975).
- (67) Weber U, Gerlach HJ: Schenkelhalsfrakturen im Kindesalter; in Eichler: Frakturen im Kindesalter, Symposium Gießen. Stuttgart: Thieme 1982.
- (68) Weller S: Spezielle Gesichtspunkte bei der Behandlung kindlicher Frakturen. Z Kinderchir Suppl 11: 655-659 (1972).
- (69) Yano S, Sawado M: Rotationsfehler nach kindlichen Femurschaftfrakturen. Z Orthop 113: 119-129 (1975).

(70) Zacher D, Koob E, Schlegel KF: Orthopädische Aspekte der Traumatologie im Kindesalter. Z Kinderchir 11 Suppl: 659-671 (1972).

(71) Zenker H, Stürz H: Die juvenile Knochencyste - Behandlungsvorschläge und neue Ergebnisse. Z Kinderchir 38: 48-56 (1983).

## LEBENS LAUF

Am 15.6.1960 wurde ich als Tochter des Diplomchemikers Dr. Josef Vogl und seiner Ehefrau Therese, geborene Ruhland, als zweites von zwei Kindern in München geboren.

Von 1966 - 1970 besuchte ich in München die Simmernschule. Im Schuljahr 1970/71 wechselte ich auf das humanistische Maximiliansgymnasium in München, wo ich im Frühjahr 1979 das Abitur ablegte.

Mein Medizinstudium begann ich im Wintersemester 1979/80 an der Ludwig-Maximilians-Universität München, wo ich im August 1981 die Ärztliche Vorprüfung nach der neuen Approbationsordnung für Ärzte absolvierte.

Im August 1982 legte ich den ersten Teil der Ärztlichen Prüfung und im August 1984 den zweiten Teil ab.

Dagmar Vogl



D a n k s a g u n g

Für die Überlassung des Dissertationsthemas und die freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit möchte ich Herrn Professor Dr. A.M. Holschneider danken.

Bei Fr. Feder möchte ich mich für das Anfertigen der Photographien bedanken.





